

**APLIKASI SISTEM *FUZZY*  
UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG KORONER  
(*CORONARY HEART DISEASE*)**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



**Oleh:**

**Rakhmatika Sri Wardhani**

**NIM 10305144046**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2014**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “**APLIKASI SISTEM *FUZZY* UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG KORONER (*CORONARY HEART DISEASE*)**” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Disusun oleh :

Rakhmatika Sri Wardhani

10305144046



Disetujui pada tanggal

2 Juli 2014

Mengetahui:

Dosen Pembimbing

Dr. Agus Maman Abadi  
NIP. 19700828 199502 1 001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul :  
**“APLIKASI SISTEM *FUZZY*  
UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG KORONER  
(*CORONARY HEART DISEASE*)”**

Yang Disusun Oleh :

Nama : Rakhmatika Sri Wardhani  
NIM : 10305144046  
Prodi : Matematika

Skripsi ini telah diuji didepan Dewan Penguji Skripsi pada tanggal 11 Juli 2014  
dan dinyatakan lulus.

### DEWAN PENGUJI

| Nama   | Jabatan            | Tanda Tangan   | Tanggal    |
|--|--------------------|--|------------|
| <u>Dr. Agus Maman A.</u><br>19700828 199502 1 001    | Ketua Penguji      |   | 17-7-2014  |
| <u>Husna 'Arifah, M.Sc.</u><br>19781015 200212 2 005 | Sekretaris Penguji |  | 17-07-2014 |
| <u>Kuswari H., M.Kom.</u><br>19760414 200501 2 002   | Penguji Utama      |  | 15-07-2014 |
| <u>Rosita K., M.Sc.</u><br>19800707 200501 2 001     | Penguji Pendamping |  | 17-07-2014 |

Yogyakarta, 17 Juli 2014  
Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam  
Dekan,



Dr. Hartono  
NIP. 19620329 198702 1 002

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : Rakhmatika Sri Wardhani

NIM : 10305144046

Progam Studi : Matematika

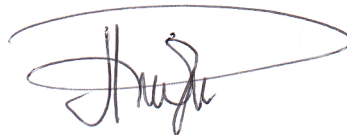
Jurusan : Pendidikan Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Aplikasi Sistem *Fuzzy* untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner (*Coronary Heart Disease*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti kata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 2 Juli 2014  
Yang menyatakan



Rakhmatika Sri Wardhani  
NIM. 10305144046



## MOTTO

*“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri”*

*(QS. Al-Ankabut [29]:6)*

*“Sesungguhnya perbuatan baik itu dapat menghapus perbuatan buruk”*

*(QS. Hud: 114)*

*Katanya,....*

*Hidup memerlukan pengorbanan  
Pengorbanan memerlukan perjuangan  
Perjuangan memerlukan ketabahan  
Ketabahan memerlukan keyakinan  
Keyakinan pula menentukan kejayaan  
Kejayaan pula akan menentukan kebahagiaan*

*“Perkataan Tanpa Niat itu Bodoh, Mendidik Tanpa Mencoba Merupakan Perbuatan yang Sia-sia”*

*“Tidak ada keberhasilan tanpa perjuangan dan tidak ada perjuangan tanpa pengorbanan”*

*“Kalahkan kemalasan dengan SEMANGAT. Kalahkan kebencian dengan KASIH SAYANG. Kalahkan kesombongan dengan RENDAH HATI”*

## **PERSEMBAHAN**

Penulis mempersembahkan skripsi ini untuk:

1. Bapak Sugiyono (Ayah), Ibu Sri Murniyati (Ibu),  
Mas Danang, Pita dan mbak Era. Terimakasih atas  
dukungan, bimbingan, motivasi, do'a yang  
senantiasa berikan kepada penulis ☺
2. Teman-teman matswa'10 yang telah memberi warna  
baru dalam hidup penulis selama 4 tahun terakhir  
ini ☺
3. Teman-teman kos GW 15 yang selalu mendukung dan  
menyemangati penulis selama ini ☺
4. Teman-teman tawon tersayang (Puji, Lita, Meri,  
Yanti, Yudhi, Mita, Dhanty) yang selalu menemani.
5. Untuk anda yang selalu memberikan semangat dan  
dukungan untuk penulis ☺
6. Semua pihak yang selalu membantu penulis yang  
tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

**APLIKASI SISTEM *FUZZY*  
UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG KORONER (*CORONARY  
HEART DISEASE*)**

Oleh:  
Rakhmatika Sri Wardhani  
10305144046

**ABSTRAK**

Kardiovaskular terutama penyakit jantung koroner merupakan penyebab kematian nomor satu secara global. Setiap tahunnya, lebih banyak orang meninggal karena penyakit kardiovaskular dari pada penyakit lainnya. Ada beberapa faktor dan gejala Penyakit Jantung Koroner (PJK) yang mudah dikenali. Untuk mengetahui tingkat keparahan PJK diperlukan diagnosa PJK agar mempermudah penanganan secara medis. Penelitian ini bertujuan menjelaskan proses diagnosa PJK menggunakan sistem *fuzzy* dan mengetahui tingkat keakuratan sistem *fuzzy*.

Penelitian ini menggunakan sistem *fuzzy* untuk mendiagnosa tingkat keparahan penyakit jantung koroner. Variabel *input* yang digunakan dalam penelitian yaitu jenis kelamin, usia, denyut nadi, tekanan darah sistolik, kolesterol, gula darah sewaktu, trigliserida, elektrokardiogram (EKG), nyeri dada, sesak nafas, dan batuk. Dalam pembuatan sistem digunakan 90 data yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu 70 data *training* dan 20 data *testing*. Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem inferensi mamdani yang menggunakan defuzzifikasi *centroid* dan MOM, proses defuzzifikasi ini digunakan untuk mendiagnosa jenis penyakit jantung koroner yaitu: PJK tingkat 1 (Asimtomatik), PJK tingkat 2 (Angina Pectoris), PJK tingkat 3 (Infark Miokard Akut/ IMA).

Hasil dari penelitian tentang aplikasi sistem *fuzzy* untuk diagnosa penyakit jantung koroner yaitu diperoleh tingkat keakuratan pada metode defuzzifikasi *centroid* sebesar 98,5% untuk data *training* dan 95% untuk data *testing*, sedangkan untuk metode defuzzifikasi MOM diperoleh tingkat keakuratan data *training* sebesar 98,5% dan data *testing* sebesar 90%. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa metode defuzzifikasi *centroid* lebih baik dibanding sistem defuzzifikasi MOM untuk sistem diagnosa penyakit jantung koroner, sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem *fuzzy* dengan defuzzifikasi *centroid*, kemungkinan benar dalam mendiagnosa 1 pasien sebesar 95%.

Kata kunci: Penyakit Jantung Koroner, sistem *fuzzy*, keakuratan sistem.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Aplikasi Sistem *Fuzzy* untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner (*Coronary Heart Disease*)”**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala, namun dengan dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak, kendala-kendala tersebut dapat teratasi. Oleh karenanya, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hartono selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
2. Bapak Dr. Sugiman selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika yang telah memberikan kelancaran dalam pelayanan akademik untuk menyelesaikan studi.
3. Bapak Dr. Agus Maman Abadi, M.Si selaku Ketua Program Studi Matematika sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak dr.H. Ahmad Hidayat, Sp.OG.,M.Kes selaku Direktur Utama RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian.



5. Ibu Sriyati, S.kep.Ns selaku Supervisor Diklat RS PKU Muhammadiyah yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis agar dapat melakukan penelitian.
6. Bapak Lutfi dan bapak Adi Sumartono, Amd selaku pembimbing dari RS PKU Muhammadiyah yang telah membantu penulis untuk memperoleh data yang dibutuhkan.
7. Nurhadi Waryanta, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulis menjalani studi.
8. Seluruh Dosen Jurusan Pendidikan Matematika yang memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis tetapi bagi semua yang membacanya.

Yogyakarta, Juli 2014

Penulis

Rakhmatika Sri Wardhani

## DAFTAR ISI

|  |              |
|--|--------------|
| <b>PERSETUJUAN.....</b>                            | <b>ii</b>    |
| <b>PENGESAHAN.....</b>                             | <b>iii</b>   |
| <b>PERNYATAAN.....</b>                             | <b>iv</b>    |
| <b>MOTTO .....</b>                                 | <b>v</b>     |
| <b>PERSEMBAHAN.....</b>                            | <b>vi</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                               | <b>vii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                         | <b>viii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                             | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                          | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                          | <b>xiv</b>   |
| <b>DAFTAR SIMBOL .....</b>                         | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                       | <b>xviii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                      | <b>1</b>     |
| A. Latar Belakang .....                            | 1            |
| B. Pembatasan Masalah .....                        | 4            |
| C. Perumusan Masalah .....                         | 5            |
| D. Tujuan Penelitian .....                         | 5            |
| E. Manfaat Penelitian .....                        | 5            |
| <b>BAB II DASAR TEORI.....</b>                     | <b>7</b>     |
| A. Penyakit Jantung Koroner.....                   | 7            |
| 1. Pengertian Penyakit Jantung Koroner (PJK) ..... | 7            |
| 2. Klasifikasi Penyakit Jantung Koroner.....       | 7            |
| a. Asimtomatik.....                                | 7            |
| b. Angina Pektoris.....                            | 7            |
| c. Infark Miokard Akut (IMA).....                  | 8            |
| 3. Penyebab Penyakit Jantung Koroner .....         | 8            |
| a. Faktor Resiko yang Dapat Diubah .....           | 9            |
| b. Faktor yang Tidak Dapat Diubah.....             | 12           |

|   |           |
|---|-----------|
| 4. Gejala Penyakit Jantung .....                                  | 13        |
| B. Penelitian-Penelitian Terdahulu .....                          | 15        |
| C. Himpunan <i>Fuzzy</i> .....                                    | 16        |
| 1. Pengertian Himpunan .....                                      | 16        |
| 2. Fungsi Keanggotaan.....  | 20        |
| 3. Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i> ..... | 32        |
| D. Logika <i>Fuzzy</i> .....                                      | 33        |
| E. Sistem <i>Fuzzy</i> .....                                      | 34        |
| 1. Sistem <i>Fuzzy</i> Mamdani .....                              | 35        |
| 2. Susunan Sistem <i>Fuzzy</i> .....                              | 41        |
| F. <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS).....                       | 45        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                            | <b>47</b> |
| A. Metode Pengumpulan Data .....                                  | 47        |
| B. Populasi dan Sampel .....                                      | 47        |
| C. Jenis dan Sumber Data .....                                    | 47        |
| D. Tempat dan Waktu Penelitian .....                              | 48        |
| E. Teknik Analisis Data.....                                      | 48        |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>                                     | <b>50</b> |
| A. Diagnosa dengan Sistem <i>Fuzzy</i> .....                      | 50        |
| 1. Identifikasi Data PJK .....                                    | 50        |
| 2. Menentukan Himpunan <i>Universal</i> .....                     | 51        |
| a. Himpunan <i>Universal</i> Variabel <i>Input</i> .....          | 51        |
| b. Himpunan <i>Universal</i> Variabel <i>Output</i> .....         | 54        |
| 3. Menentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....                         | 55        |
| a. Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel <i>Input</i> .....              | 55        |
| b. Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel <i>Output</i> .....             | 68        |
| 4. Menentukan Aturan <i>Fuzzy</i> .....                           | 69        |
| 5. Melakukan Inferensi <i>Fuzzy</i> .....                         | 74        |
| 6. Melakukan Defuzzifikasi .....                                  | 81        |
| a. Metode Defuzzifikasi <i>Centroid</i> .....                     | 81        |
| b. Metode Defuzzifikasi MOM.....                                  | 84        |

|   |           |
|---|-----------|
| 7. Sistem <i>Fuzzy</i> dengan MATLAB .....              | 84        |
| B. Hasil Diagnosa .....                                 | 85        |
| 1. Perbandingan Hasil Diagnosa .....                    | 85        |
| a. Hasil Diagnosa pada Data <i>Training</i> .....       | 86        |
| b. Hasil Diagnosa pada Data <i>Testing</i> .....        | 86        |
| 2. Tingkat Keberhasilan .....                           | 87        |
| a. Tingkat Keberhasilan pada Data <i>Training</i> ..... | 87        |
| b. Tingkat Keberhasilan pada Data <i>Testing</i> .....  | 84        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                 | <b>93</b> |
| A. Kesimpulan .....                                     | 93        |
| B. Saran .....  | 94        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                             | <b>95</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                    | <b>97</b> |



## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | Fungsi Implikasi .....   | 36 |
| Tabel 2.2  | Hasil Inferensi dengan Metode Max .....  | 38 |
| Tabel 4.1  | Data Training RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.....                                      | 69 |
| Tabel 4.2  | Data Pasien 1 .....  | 70 |
| Tabel 4.3  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Pasien 1 .....   | 71 |
| Tabel 4.4  | Himpunan <i>Fuzzy</i> dengan Derajat Keanggotaan Terbesar .....                        | 72 |
| Tabel 4.5  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Data <i>Training</i> .....                                       | 72 |
| Tabel 4.6  | Himpunan Fuzzy Data Training Setelah Diurutkan.....                                    | 73 |
| Tabel 4.7  | Fungsi Implikasi Pasien 1 .....  | 76 |
| Tabel 4.8  | Komposisi Aturan Pasien 1 .....  | 77 |
| Tabel 4.9  | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data<br><i>Training</i> ..... | 90 |
| Tabel 4.10 | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data<br><i>Training</i> .....             | 90 |
| Tabel 4.11 | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data<br><i>Testing</i> .....  | 90 |
| Tabel 4.12 | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data <i>Testing</i>                       | 91 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Contoh Himpunan <i>Fuzzy</i> Umur.....                                      | 18 |
| Gambar 2.2  | Representasi Linier Naik .....  | 21 |
| Gambar 2.3  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia Tua .....  | 22 |
| Gambar 2.4  | Grafik Representasi Linier Turun.....                                       | 23 |
| Gambar 2.5  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia Muda .....                                       | 24 |
| Gambar 2.6  | Grafik Representasi Kurva Segitiga .....                                    | 25 |
| Gambar 2.7  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia Agak Tua.....                                    | 26 |
| Gambar 2.8  | Grafik Representasi Trapesium .....   | 27 |
| Gambar 2.9  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia Sangat Tua .....                                 | 28 |
| Gambar 2.10 | Grafik Representasi Kurva Bahu.....   | 29 |
| Gambar 2.11 | Himpunan <i>Fuzzy</i> Denyut Nadi .....                                     | 30 |
| Gambar 2.12 | Grafik Representasi Kurva Gauss .....                                       | 31 |
| Gambar 2.13 | Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia Muda .....                                       | 32 |
| Gambar 2.14 | Hasil Daerah Komposisi.....   | 38 |
| Gambar 2.15 | Susunan Sistem <i>Fuzzy</i> .....   | 41 |
| Gambar 3.1  | Tahapan Sistem <i>Fuzzy</i> Untuk Diagnosa Penyakit Jantung<br>Koroner..... | 49 |
| Gambar 4.1  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Usia.....                                | 56 |
| Gambar 4.2  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Denyut Nadi .....                        | 58 |
| Gambar 4.3  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah<br>Sistolik.....           | 59 |
| Gambar 4.4  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kolesterol .....                         | 60 |
| Gambar 4.5  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Gula Darah Sewaktu<br>(GDS) .....        | 62 |
| Gambar 4.6  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Trigliserida .....                       | 63 |
| Gambar 4.7  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel EKG.....                                 | 65 |
| Gambar 4.8  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nyeri Dada .....                         | 66 |
| Gambar 4.9  | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Sesak Nafas .....                        | 67 |
| Gambar 4.10 | Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Batuk .....                              | 68 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.11 | Grafik Fungsi Keanggotaan Hasil Diagnosa ..... | 69 |
| Gambar 4.12 | Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1 .....   | 78 |
| Gambar 4.13 | Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1 .....   | 78 |

## DAFTAR SIMBOL

$\mu(x)$  = fungsi keanggotaan  $x$ .

$\mu_A(x)$  = derajat keanggotaan  $x$  di  $A$ .

$\beta$  = lebar kurva.

$\gamma$  = pusat kurva.

$\sigma$  = lebar kurva Gauss.

$G(x, \sigma, \gamma)$  = fungsi keanggotaan kurva – Gauss.

$\cap$  = operator AND.

$\cup$  = operator OR.

$'$  = operator NOT.

$\cdot$  = operator himpunan fuzzy (misal AND atau OR).

$\mu_{sf}[i]$  = derajat keanggotaan solusi fuzzy aturan ke –  $i$ .

$\mu_{kf}[i]$  = derajat keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke –  $i$ .

$\mu_{B^l}(y)$  = derajat keanggotaan  $y$  di  $B^l$ .

$y^l$  = pusat dari himpunan fuzzy ke –  $l$ .

$y^*$  = nilai defuzzifikasi.

$\mu_{B^l}(x_i)$  = derajat keanggotaan  $x$  pada masing – masing variabel untuk setiap aturan ke –  $i$ .

$M_i$  = momen setiap daerah –  $i$ .

$d_i$  = perubahan nilai pada daerah –  $i$ .

$D_i$  = luas daerah –  $i$ .



$x^*$  = himpunan tegas dalam fuzzifikasi singleton.

$U$  = himpunan *universal*.

## DAFTAR LAMPIRAN

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Lampiran 1.  | Surat Ijin Penelitian dari Universitas Negeri Yogyakarta .....                               | 94  |
| Lampiran 2.  | Surat Ijin Penelitian dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta .....                              | 95  |
| Lampiran 3.  | Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (Data <i>Training</i> ).....                         | 96  |
| Lampiran 4.  | Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (Data <i>Testing</i> ).....                          | 102 |
| Lampiran 5.  | Himpunan <i>Fuzzy</i> Data <i>Training</i> .....   | 104 |
| Lampiran 6.  | Aturan <i>Fuzzy</i> Setelah Diurutkan.....   | 110 |
| Lampiran 7.  | Hasil Implikasi Pasien 1 .....   | 116 |
| Lampiran 8.  | Komposisi Aturan Pasien 1 .....  | 122 |
| Lampiran 9.  | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data <i>Training</i> .....          | 124 |
| Lampiran 10. | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data <i>Training</i> .....                      | 126 |
| Lampiran 11. | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data <i>Testing</i> .....           | 128 |
| Lampiran 12. | Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data <i>Testing</i> .....                       | 129 |
| Lampiran 13. | Nilai Rujukan Gula Darah Sewaktu, Kolesterol, Trigliserida, Tekanan Darah, Denyut Nadi ..... | 130 |

## Lampiran 14. Langkah-langkah membuat model fuzzy menggunakan Matlab 131

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kardiovaskular merupakan penyebab kematian nomor satu secara global. Setiap tahunnya, lebih banyak orang meninggal karena penyakit kardiovaskular dari pada penyakit lainnya. Diperkirakan 17,3 juta orang meninggal akibat penyakit kardiovaskular pada tahun 2008, ini mewakili 30% dari semua kematian secara global. Dari kasus kematian ini, diperkirakan 7,3 juta terjadi karena penyakit jantung koroner dan 6,2 juta karena stroke. Lebih dari 80% kematian akibat penyakit kardiovaskular terjadi di negara berpenghasilan menengah ke bawah dan terjadi seimbang antara laki-laki dan perempuan. Program pencegahan penyakit kardiovaskular di negara miskin dan berkembang tidak sebanding dengan negara maju, akibatnya angka kematian di negara miskin dan berkembang lebih tinggi dibanding negara maju. Resiko kematian penderita penyakit kardiovaskular dapat menurun dengan kombinasi obat-obatan dan penanganan yang tepat (WHO, 2013).

Penyakit kardiovaskular atau jantung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, salah satunya yaitu Penyakit Jantung Koroner (PJK) (Labarthe Darwin R, 2011:3). Penyakit Jantung Koroner adalah penyakit jantung akibat penyempitan atau penyumbatan pembuluh nadi koroner. Penyempitan atau penyumbatan ini dapat menghentikan aliran darah ke otot yang sering ditandai dengan rasa nyeri. Dalam kondisi lebih parah

kemampuan jantung dalam memompa darah dapat hilang (Soehardo K, 1982:59).

Gejala yang timbul saat seseorang mengalami penyakit jantung yaitu *dispneu* (pernafasan yang abnormal), nyeri dada, *sinkop* (hilang kesadaran), *palpitasi* (denyut jantung tidak wajar), pembengkakan pergelangan kaki, letih, *sianosis* (perubahan warna kulit), dan *klaudikasio* (nyeri pada kaki) (Gray Huon H, dkk, 2002:2).

Faktor resiko penyakit jantung koroner dibagi menjadi 2 yaitu faktor yang tidak dapat dimodifikasi dan faktor yang dapat dimodifikasi. Faktor resiko yang dapat dimodifikasi yaitu: usia, jenis kelamin, dan riwayat keluarga, sedangkan faktor yang dapat dimodifikasi, seperti : hiperlipidemia, hipertensi, merokok, penyakit diabetes mellitus, gaya hidup yang kurang olahraga, stress psikologis, dan obesitas (Bustan M.N., 2000:21). Saat ini, klasifikasi penyakit jantung koroner 3 kategori, yaitu *asimtomatik*, *angina pectoris*, dan *infark miokard akut* (IMA). Pada penderita *asimtomatik* tidak pernah mengeluh adanya nyeri dada baik saat istirahat maupun beraktivitas, sedangkan pada penderita *angina pectoris* terdapat nyeri saat melakukan aktivitas, untuk *infark miokard akut* ditandai dengan nyeri dada seperti tertekan, teremas, tercekik, berat, tajam dan terasa panas. (Gray Huon H, dkk, 2002:113).

Setelah mengetahui faktor-faktor dan gejala penyakit jantung koroner, resiko terkena penyakit jantung koroner dapat diminimalisir melalui gaya dan

pola hidup sehat. Perlu adanya pendiagnosaan untuk mengetahui penyakit ini. Pendiagnosaan dapat dilakukan dari riwayat hasil pemeriksaan.

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan diantaranya, penelitian oleh Sanjeev Kumar dan Gursimranjeet Kaur (2013) tentang penggunaan logika *fuzzy* untuk deteksi penyakit jantung, Ali Adeli, Mehdi Nehsat (2010) tentang pendiagnosaan pasien terkena penyakit jantung stadium 0 ( normal ) hingga stadium 4, sistem analisa menggunakan inferensi *fuzzy* mamdani. Penelitian yang dilakukan oleh Persi Pamela I, Gayathri P, dan N. Jaisankar (2013) tentang tehnik optimasi *fuzzy* untuk diagnosa penyakit jantung menggunakan algoritma pohon pembangkit keputusan, input yang digunakan sebanyak 14 dan menghasilkan 2 output. Penelitian yang dilakukan oleh Manisha Barman dan J Pal Choudhury (2012) tentang sistem aturan basis *fuzzy* untuk diagnosa penyakit jantung, input yang digunakan sebanyak 6 dengan menghasilkan 3 output, yaitu status penyakit jantung ringan dan berat, metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem basis *fuzzy*.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Dasar logika *fuzzy* yaitu teori himpunan *fuzzy*, dimana peranan derajat keanggotaanya sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain: konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan logika *fuzzy*

mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks (Sri Kusumadewi, 2010:1).

Kedokteran merupakan salah satu bidang aplikasi teori himpunan *fuzzy* yang telah dipahami sejak awal pada pertengahan tahun 1970-an. Untuk mendiagnosa suatu penyakit diperlukan informasi yang jelas terkait pemeriksaan fisik, hasil laboratorium dan label diagnosa yang diberikan dokter (Setiadji, 2009:227).

Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosa untuk penyakit jantung koroner (PJK) menggunakan sistem *fuzzy* Mamdani dengan defuzzifikasi *centroid* dan *Mean of Maximum* (MOM). Data pasien yang diperoleh sebanyak 90 data, dimana data tersebut terdiri dari hasil pemeriksaan pasien, gejala dan hasil laboratorium. Berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan diagnosa menggunakan sistem *fuzzy* untuk mendapatkan hasil diagnosa yaitu *Asimtomatik*, *Angina Pectoris*, dan *Infark Miokard Akut* (IMA). Penderita PJK *Asimtomatik* tidak pernah mengeluh adanya nyeri dada baik saat istirahat maupun beraktivitas, sedangkan penderita PJK *Angina Pectoris* sering merasa nyeri saat berlangsungnya aktivitas, dan penderita PJK *Infark Miokard Akut* mengalami rasa nyeri dada yang lebih berat dibanding jenis PJK lain.

## **B. Pembatasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:



1. Data dalam penelitian ini hanya mewakili sampel sebagian wilayah Yogyakarta karena diperoleh dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang terletak di kawasan Kota Yogyakarta.
2. Data pasien yang diambil merupakan pasien rawat inap saja.
3. Sistem *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem *fuzzy* Mamdani.
4. Defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu defuzzifikasi centroid dan *Mean of Maximum* (MOM).
5. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah pendekatan fungsi kurva Gauss.
6. Istilah *Asintomatik* diubah menjadi PJK tipe 1, *Angina Pectoris* diubah menjadi PJK tipe 2, *Infark Miokard Akut* (IMA) diubah menjadi PJK tipe 3.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menjelaskan proses diagnosa penyakit jantung koroner menggunakan sistem *fuzzy*?
2. Bagaimana keakuratan sistem *fuzzy* untuk diagnosa penyakit jantung koroner?

### **D. Tujuan penelitian**

Adapaun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menjelaskan proses diagnosa penyakit jantung koroner dengan menggunakan sistem *fuzzy*.
2. Mendeskripsikan keakuratan sistem *fuzzy* untuk diagnosa penyakit jantung koroner.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi peneliti:  
Menambah pengetahuan tentang sistem *fuzzy* dalam diagnosa penyakit jantung koroner.
2. Manfaat untuk masyarakat :  
Memberikan informasi mengenai faktor penyebab dan gejala awal penyakit jantung koroner sehingga dapat meminimalkan resiko penyakit jantung koroner.
3. Manfaat untuk Dokter/Rumah Sakit :  
Memberikan informasi tentang hasil penelitian sehingga dapat digunakan dalam pendiagnosaan penyakit jantung koroner.
4. Manfaat untuk Universitas  
Menambah referensi tentang sistem *fuzzy*.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Penyakit Jantung Koroner

##### 1. Pengertian Penyakit Jantung Koroner (*Coronary Heart Disease*)

Penyakit jantung koroner (PJK) adalah penyakit jantung akibat penyempitan atau penyumbatan pembuluh nadi koroner. Penyempitan atau penyumbatan ini dapat menghentikan aliran darah ke otot jantung yang sering ditandai dengan rasa nyeri. Dalam kondisi lebih parah kemampuan jantung dalam memompa darah dapat hilang (Soehardo K, 1982:59).

##### 2. Klasifikasi Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner diklasifikasikan menjadi 3, yaitu (Gray Huon H, dkk, 2002:113):

###### a. *Asimtomatik (Silent Myocardial Ischemia)*

Penderita *Silent Myocardial Ischemia* tidak pernah mengeluh adanya nyeri dada (angina) baik saat istirahat maupun beraktivitas. Namun saat dilakukan pemeriksaan terdapat gangguan pada area jantung.

###### b. *Angina Pectoris*

*Angina Pectoris* terdiri dari 2 tipe, yaitu:

###### 1) *Angina Pectoris* Stabil (STEMI)

Terdapat nyeri dada saat aktivitas berlangsung selama 1-5 menit dan hilang saat istirahat. Nyeri dada bersifat kronik (>2 bulan). Nyeri terutama di daerah dada kiri, terasa seperti tertekan benda

berat atau terasa panas dan menjalar ke lengan kiri, leher, dagu, punggung, dan jarang menjalar pada lengan kanan.

2) *Angina Pectoris* tidak Stabil (NSTEMI)

Secara keseluruhan sama dengan penderita angina stabil, tetapi nyeri lebih bersifat progresif dengan frekuensi yang meningkat dan sering terjadi saat istirahat.

c. *Infark Miokard Akut* (IMA)

Sering didahului dada terasa tidak enak (*chest discomfort*). Nyeri dada seperti tertekan, teremas, tercekik, berat, tajam dan terasa panas, berlangsung >30 menit bahkan sampai berjam-jam. Pemeriksaan fisik didapatkan pasien tampak ketakutan, gelisah, tegang, dan nadi sering menurun.

### 3. Penyebab Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner tidak ditimbulkan oleh penyebab tunggal, namun ada beberapa faktor resiko yang diduga sebagai penyebab penyakit ini. Berbagai faktor resiko penyakit jantung koroner bekerja saling berinteraksi dalam memperberat kondisi penyakit (Bustan M.N., 2000:20).

Secara garis besar faktor resiko penyakit jantung koroner dapat dibagi menjadi 2, yaitu faktor resiko yang dapat diubah (*modifiable*) dan faktor resiko tidak dapat diubah (*non modifiable*). Faktor resiko yang dapat diubah meliputi: hiperkolesterolemia, hipertensi, merokok, obesitas, diabetes mellitus, kurang aktivitas fisik, stres, dan faktor resiko yang tidak

dapat diubah meliputi: keturunan, jenis kelamin, dan usia (Bustan M.N., 2000:21).

a. Faktor Resiko yang Dapat Diubah (*Modifiable*)

1) Kolesterol

Kenaikan kadar kolesterol berbanding lurus dengan peningkatan terjadinya serangan penyakit jantung koroner. Peningkatan *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan penurunan *High Density Lipoprotein* (HDL) merupakan faktor resiko yang penting pada penyakit jantung koroner (Notoatmodjo S, 2007:32).

2) Hipertensi

Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah peningkatan secara abnormal dan terus menerus tekanan darah yang disebabkan satu atau beberapa faktor yang tidak berjalan sebagaimana mestinya dalam mempertahankan tekanan darah secara normal (Gray Huon H, dkk, 2002:57). Hipertensi merupakan salah satu faktor resiko utama untuk terjadinya penyakit jantung koroner. Hipertensi dijumpai pada seseorang bila Tekanan Darah Diastolik (TDD) sama dengan atau diatas 90 mmHg dan Tekanan Darah Sistolik (TDS) sama dengan atau diatas 140 mmHg Tekanan darah yang tinggi secara terus-menerus menambah beban pembuluh arteri. Arteri mengalami proses pengerasan menjadi tebal dan kaku, sehingga mengurangi elastisitasnya, dapat pula menyebabkan dinding arteri rusak atau luka

dan mendorong proses terbentuknya pengendapan plak pada arteri koroner (Notoatmodjo S, 2007:32).

3) Merokok

Zat-zat racun dalam rokok yang masuk ke peredaran darah akan menyebabkan penyempitan pembuluh darah. Racun nikotin dari rokok akan menyebabkan darah menjadi kental sehingga mendorong percepatan pembekuan darah. Penurunan resiko penyakit jantung koroner akibat rokok akan berkurang 50% pada akhir tahun pertama setelah berhenti merokok dan kembali tanpa resiko PJK akibat rokok setelah 10 tahun berhenti merokok (Gray Huon H, dkk, 2002:109).

4) Obesitas

Obesitas adalah keadaan berat badan lebih. Obesitas dapat meningkatkan beban jantung, ini berhubungan dengan penyakit jantung koroner terutama karena pengaruhnya pada tekanan darah, kadar kolesterol darah dan juga diabetes. Seseorang yang mengalami kegemukan kemungkinan menjadi penderita penyakit jantung koroner dua kali lipat dari pada seseorang yang memiliki berat badan normal (Gray Huon H, dkk, 2002:105).

5) Diabetes Meliitus

Diabetes mellitus merupakan suatu penyakit menahun yang ditandai dengan kadar gula darah melebihi normal. Diabetes mellitus memperburuk kondisi penyakit jantung koroner. Angka kematian karena PJK meningkat 40-70% pada penderita diabetes. Penderita

diabetes wanita memiliki resiko terkena penyakit jantung koroner 3-7 kali dibandingkan dengan wanita yang tidak menderita diabetes. Pada penderita diabetes tipe 2 (tidak tergantung pada insulin) peningkatan resiko PJK berkaitan erat dengan kelainan lipoprotein yaitu rendahnya HDL dan peningkatan trigliserida. Oleh karena itu kontrol gula darah melalui obat, diet, dan olah raga dapat membantu menekan resiko terkena penyakit jantung koroner pada penderita diabetes (Gray Huon H, dkk, 2002:109).

6) Kurang Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik teratur menurunkan resiko PJK meskipun hanya 11% pada laki-laki dan 4% pada perempuan. Olahraga yang teratur berkaitan dengan penurunan insiden PJK sebesar 20-40% (Gray Huon H, dkk, 2002:111).

7) Stres

Stres adalah suatu keadaan mental yang tampak sebagai kegelisahan, kekhawatiran, tensi tinggi, sebab dari lingkungan yang tidak menyenangkan. Stress dapat memicu pengeluaran hormon adrenalin dan katekolamin yang tinggi sehingga mempercepat kekejangan arteri koroner, sehingga suplai darah ke otot jantung terganggu (Soeharto I., 2004:24).

Stres baik fisik maupun mental, merupakan faktor resiko untuk PJK. Pada masa sekarang, lingkungan kerja telah menjadi penyebab

utama stres, dan terdapat hubungan yang saling berkaitan antara stres dan abnormalitas metabolisme lipid (Gray Huon H, dkk, 2002:110).

b. Faktor Resiko yang Tidak Dapat Diubah (*Non Modifiable*)

1) Keturunan (Genetik)

Riwayat penyakit jantung didalam keluarga pada usia dibawah 55 tahun merupakan salah satu faktor resiko yang perlu dipertimbangkan, begitu juga dengan faktor-faktor resiko penyakit jantung koroner yang diturunkan seperti hiperkolesterolemia, penyakit darah tinggi, dan diabetes mellitus merupakan faktor resiko yang tidak dapat diubah (Gray Huon H, dkk, 2002:110).

2) Jenis Kelamin

Jenis kelamin laki-laki lebih beresiko terkena penyakit jantung koroner dibandingkan dengan wanita. Di Amerika Serikat gejala penyakit jantung koroner sebelum umur 60 tahun dilaporkan 1 dari 5 laki-laki dan 1 dari 17 perempuan, ini berarti laki-laki mempunyai resiko penyakit jantung koroner 2-3 kali lebih besar dari pada wanita. Akan tetapi pada wanita yang sudah menopause resiko penyakit jantung koroner meningkat dan hampir tidak didapatkan perbedaan dengan laki-laki. Hal ini berkaitan dengan penurunan hormon estrogen yang berperan penting dalam melindungi pembuluh darah dari kerusakan yang memicu terjadinya atherosklerosis (Gray Huon H, dkk, 2002:110).



### 3) Usia

Semakin bertambah usia, resiko terkena penyakit jantung koroner semakin tinggi dan pada umumnya dimulai pada usia 40 tahun keatas. Menurut data yang dilaporkan *American Heart Association*, 1 dari 9 wanita berusia 45-60 tahun menderita penyakit jantung koroner dan 1 dari 3 wanita berusia diatas 60 tahun menderita penyakit jantung koroner sedangkan 1 dari 2 wanita akan meninggal karena penyakit jantung dan stroke (Notoatmodjo S, 2007:33).

## 4. Gejala Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner tidak memiliki gejala yang spesifik, biasanya gejala penyakit ini mirip dengan masuk angin. Oleh karena itu penyakit ini sering disebut sindrom masuk angin atau angin duduk. Secara umum, penderita penyakit jantung menunjukkan gejala-gejala seperti berikut (Gray Huon H, dkk, 2002:2):

#### a. Dispneu

Didefinisikan sebagai pernafasan yang abnormal dan tidak nyaman dalam posisi sadar. Gejala ini akan terlihat saat melakukan aktivitas fisik.

#### b. Nyeri Dada

Nyeri di dada kiri yang kemudian menjalar ke lengan kiri dan leher yang disertai kembung di perut. Nyeri dada yang biasanya dipicu oleh tekanan fisik atau emosional. Hal ini biasanya hilang dalam beberapa menit setelah menghentikan aktivitas yang menyebabkan tekanan.

Pada beberapa orang terutama perempuan, nyeri ini mungkin sekilas atau tajam dan terasa di perut, punggung, atau lengan.

c. Sinkop

Sinkop atau hilang kesadaran dapat disebabkan beberapa gangguan kardiovaskular, namun semuanya berakhir pada berkurangnya aliran darah ke otak.

d. Palpitasi

Gejala ini didefinisikan sebagai detak jantung yang tidak nyaman atau tidak wajar dirasakan. Detak jantung yang dirasakan lebih kuat dari biasanya, lebih cepat, lebih lambat, tidak teratur, atau gabungan semua hal tersebut.

e. Letih

Gejala ini nonspesifik tetapi sering terjadi pada penyakit jantung. Hal ini dapat terjadi karena curah jantung yang rendah atau ketidakmampuan meningkatkan curah jantung pada saat aktivitas fisik.

f. Sianosis

Sianosis adalah perubahan warna kulit dan membrane mukosa menjadi kebiruan.

g. Klaudikasio

Klaudikasio merupakan nyeri pada kaki, biasanya terjadi pada otot betis.

## B. Penelitian - Penelitian Terdahulu

Penyakit jantung koroner merupakan penyakit mematikan dengan kasus terbanyak di Indonesia. Banyak orang tidak menyadari bahwa mereka memiliki PJK atau rentan terhadap penyakit ini, terutama jika mereka tidak memeriksakan diri ke dokter untuk menjalani rangkaian tes rutin. PJK dapat dikenali lebih dini dan ada beberapa penelitian yang membahas tentang PJK. Hasil dari beberapa penelitian tersebut memberikan informasi dalam mendiagnosa PJK. Berikut penelitian-penelitian yang membahas tentang diagnosa penyakit jantung koroner:

1. Penelitian yang dilakukan Sanjeev Kumar dan Gursimranjeet Kaur (2013) yang berjudul "*Detection of Heart Disease using Fuzzy Logic*". Dalam penelitian ini digunakan 6 *input* yaitu: nyeri dada, kolesterol, denyut nadi maksimum, tekanan darah, *old peak*, serta 2 *output* yang dibagi menjadi 5 himpunan *fuzzy* yaitu sehat, resiko rendah, resiko sedang, resiko, dan resiko berat. Sistem inferensi yang digunakan adalah inferensi Mamdani.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ali Adeli dan Mehdi Nehsat (2010) yang berjudul "*A Fuzzy System for Heart Disease Diagnosis*". Mereka menggunakan sistem *fuzzy* dengan inferensi *fuzzy* Mamdani. Dalam penelitian ini digunakan 13 *input* yaitu: nyeri dada, tekanan darah, kolesterol, gula darah sewaktu, denyut nadi maksimum, EKG, latihan, *old peak*, *thallium scan*, jenis kelamin, dan umur, serta menghasilkan 1 *output* yaitu dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy* yaitu nilai 1,2,3, dan 4.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Persi Pamela I, Gayathri P, dan N. Jaisankar (2013) dengan judul “*A Fuzzy Optimization Technique for the Prediction of Coronary Heart Disease Using Decision Tree*”. Dalam penelitian ini digunakan algoritma pohon keputusan CART, yang kemudian diterapkan untuk optimasi pada sistem *fuzzy*. terdapat 14 *input* yaitu yaitu jenis nyeri dada, tekanan darah, kolesterol (LDL), diabetes, data EKG, detak jantung maksimum, latihan, *old peak*, *thallium scan*, jenis kelamin, umur, merokok, dada kiri ditekan sakit, dan sesak nafas, serta 2 *output* yaitu *low and high*.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Manisha Barman dan J Pal Choudhury (2012) yang berjudul “*A Fuzzy Rule Base System for the Diagnosis of Heart Disease*”. Penelitian ini menggunakan *Fuzzy Expert System* dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Variabel input yang digunakan sebanyak 5 variabel, yaitu: tipe nyeri dada, tekanan darah, usia awal merokok, gula darah, denyut nadi maksimum. Penelitian menghasilkan 2 variabel output yaitu variabel ringan dan berat.

### **C. Himpunan *Fuzzy***

#### **1. Pengertian Himpunan *Fuzzy***

Teori himpunan logika *fuzzy* dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhitung tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *fuzzy*. Tidak seperti

logika Boolean, logika *fuzzy* mempunyai nilai yang kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu semua dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Sri Kusumadewi, 2010,:1).

Himpunan tegas mendefinisikan secara tegas untuk setiap elemen anggotanya, sehingga pada himpunan tegas hanya memiliki dua kemungkinan derajat keanggotaan yaitu: (Ibrahim Ahmad M., 2004:23)

$$\mu_A(x) = 1 \quad \text{jika } x \in A, \text{ dan}$$

$$\mu_A(x) = 0 \quad \text{jika } x \notin A, \text{ untuk semua nilai } x$$

dengan,  $\mu_A$  adalah fungsi karakteristik dari himpunan A.

Pada himpunan *fuzzy* derajat keanggotaan untuk setiap elemennya terletak pada rentang [0,1]. Misalkan U adalah himpunan *universal*, yaitu suatu himpunan tegas.

### **Definisi 2.1( Klir dan Bo Yuan, 1995:7)**

Himpunan *fuzzy* A pada himpunan *universal* U didefinisikan sebagai himpunan yang direpresentasikan dengan fungsi yang mengawankan setiap  $x \in U$  dengan bilangan *real* pada interval [0,1], ditulis

$$\mu_A(x) \rightarrow [0,1] ;$$

nilai  $\mu_A(x)$  menyatakan derajat keanggotaan x di A.

Apabila suatu elemen x dalam suatu himpunan A memiliki derajat keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A(x) = 0$  berarti x tidak menjadi anggota himpunan

A, dan jika derajat keanggotaan *fuzzy*  $\mu_A(x) = 1$  berarti x menjadi anggota penuh dari himpunan A.

Contoh 2.1.

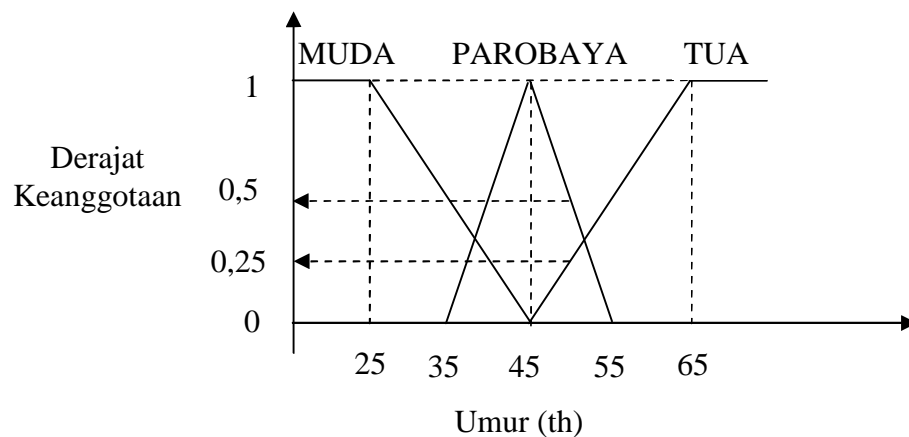
Misalkan akan dinyatakan kriteria umur seseorang dengan kriteria umur MUDA, PAROBAYA, dan TUA. Variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

MUDA                      umur < 35 tahun

PAROBAYA               $35 \leq \text{umur} \leq 55$  tahun

TUA                        umur  $\geq 55$  tahun

Gambar 2.1 Menunjukkan himpunan fuzzy untuk variabel umur



**Gambar 2.1 Contoh Himpunan Fuzzy Umur**

Pada Gambar 2.1 dilihat bahwa:

- a. Seorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan  $\mu_{MUDA}(40) = 0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan  $\mu_{PAROBAYA}(40) = 0,5$ .

- b. Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan  $\mu_{TUA}(50) = 0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan  $\mu_{PAROBAYA}(50) = 0,5$ .

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut (Sri Kusumadewi, 2010:6). yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu himpunan yang memiliki suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.

Contoh : MUDA, PAROBAYA, TUA.

- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Contoh : 5, 10, 15 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu (Sri Kusumadewi, 2010:6).

- a. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh : variabel *fuzzy* yang akan dibahas adalah jenis kelamin, usia, denyut nadi, dan sebagainya.

- b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh : Pada variabel denyut nadi terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, normal, dan tinggi.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan atau *universal* adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh : Semesta pembicaraan untuk variabel usia adalah [45,130].

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Contoh : Domain untuk himpunan *fuzzy* denyut nadi adalah rendah = [55,60], normal = [61,100], tinggi = [101,130].

## 2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* kedalam derajat keanggotaan. Pendekatan fungsi merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan derajat keanggotaan.

Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan: (Sri Kusumadewi, 2010:9)

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan *input* derajat keanggotaanya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Keadaan linear himpunan *fuzzy* terdiri dari dua keadaan linear naik dan linear turun.

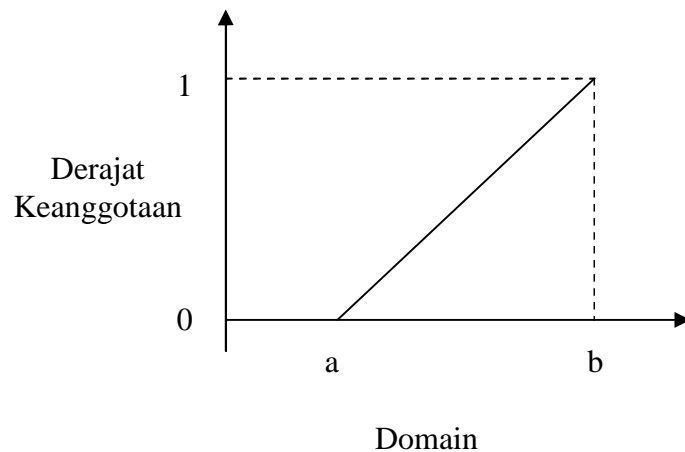


### 1) Representasi Linear Naik

Pada linear naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Gambar 2.2 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi linear turun:



**Gambar 2. 2 Representasi Linear Naik**

Keterangan:

a = nilai domain saat derajat keanggotaan sama dengan nol

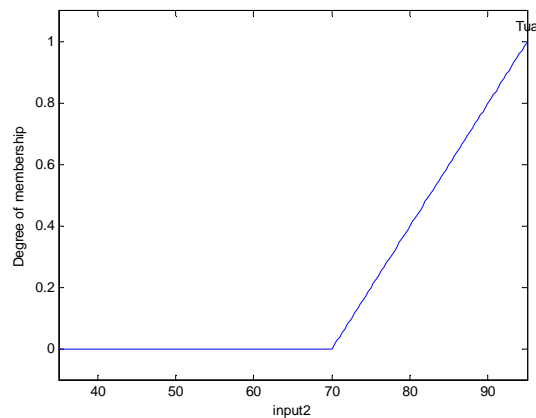
b = nilai domain saat derajat keanggotaan sama dengan satu

Contoh 2.2.

Fungsi Keanggotaan Linear naik untuk himpunan *fuzzy* usia tua pada variabel usia dengan himpuann *universal*  $U = [35,95]$  adalah:

$$\mu_{tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \\ \frac{(x - 70)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ 1 & ; x \geq 80 \end{cases}$$

Gambar 2.3 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi linear turun dari Contoh 2.2.



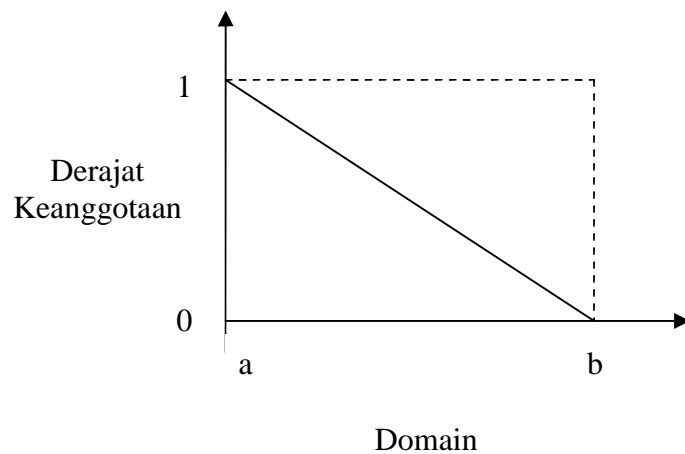
**Gambar 2. 3 Himpunan Fuzzy : Usia Tua pada  $U = [35, 95]$**

## 2) Representasi Linear Turun

Pada linear turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki keanggotaan lebih rendah dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{b - x}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Gambar 2.4 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi linear turun:



**Gambar 2. 4 Representasi Linear Turun**

Keterangan:

a = nilai domain saat derajat keanggotaan sama dengan satu

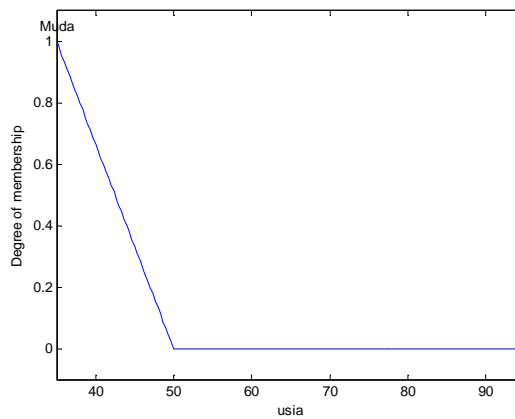
b = nilai domain saat derajat keanggotaan sama dengan nol

Contoh 2.3.

Fungsi Keanggotaan Linear turun untuk himpunan *fuzzy* usia muda pada variabel usia dengan himpuann *universal*  $U = [35, 95]$  adalah:

$$\mu_{muda}(x) = \begin{cases} \frac{(45 - x)}{15} & ; 35 \leq x \leq 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \end{cases}$$

Gambar 2.5 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi linear turun dari contoh 2.3 adalah sebagai berikut :



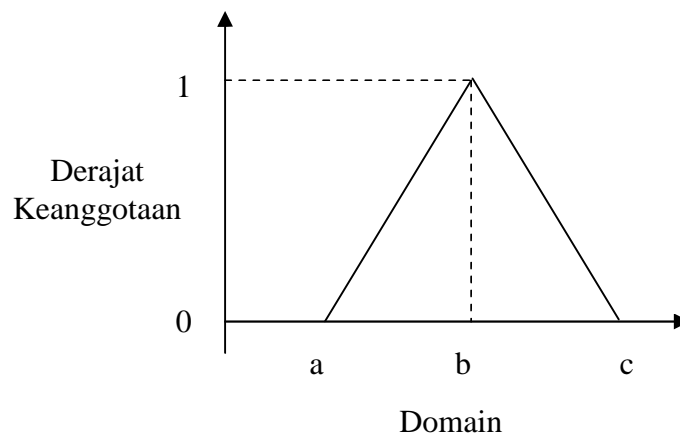
**Gambar 2. 5 Himpunan *Fuzzy* : Usia Muda pada  $U = [35, 95]$**

b. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya 3 (tiga) parameter  $\{a,b,c\}$  yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linear). Adapun persamaan untuk bentuk segitiga ini adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & x \geq b \end{cases}$$

Gambar 2.6 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga:



**Gambar 2. 6 Representasi Kurva Segitiga**

Keterangan:

a = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil

b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain

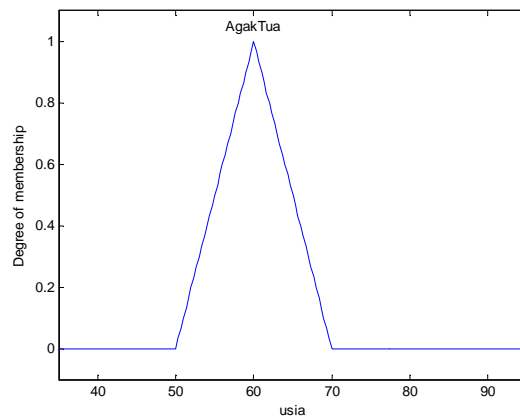
c = nilai domain terbesar saat derajat keanggotaan terkecil

Contoh 2.4.

Fungsi Keanggotaan Linear kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* usia muda pada variabel usia dengan himpunan *universal*  $U = [35, 95]$  adalah:

$$\mu_{agak\ tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{(x - 50)}{10} & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(70 - x)}{10} & ; 60 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

Gambar 2.7 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga dari contoh 2.4.



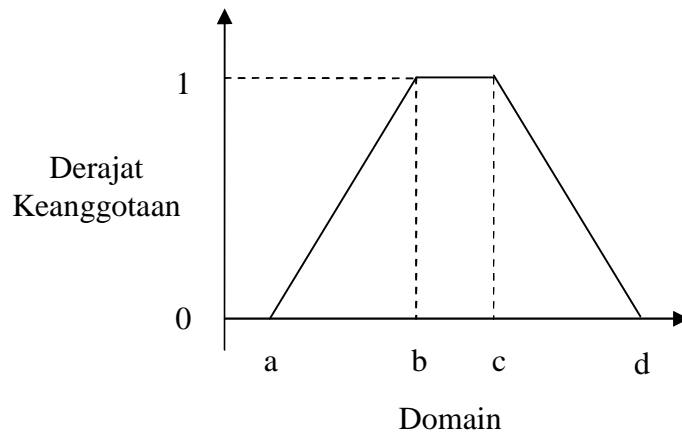
**Gambar 2. 7 Himpunan *Fuzzy* : Usia Agak Tua pada  $U = [35, 95]$**

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Adapaun persamaan untuk kurva trapesium ini adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases}$$

Gambar 2.8 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga:



**Gambar 2. 8 Representasi Kurva Trapesium**

Keterangan:

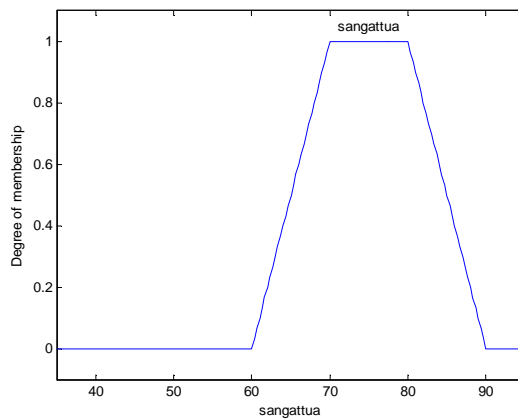
- a = nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil
- b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain
- c = derajat keanggotaan terbesar dalam domain
- d = nilai domain terbesar saat derajat keanggotaan terkecil yang bergerak dari c.

Contoh 2.5.

Fungsi Keanggotaan Linear kurva trapesium untuk himpunan *fuzzy* usia sangat tua pada variabel usia dengan himpunan *universal*  $U = [35, 95]$  adalah:

$$\mu_{\text{usia sangat tua}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{(x - 60)}{10} & ; 60 \leq x \leq 70 \\ 1 & ; 70 \leq x \leq 80 \\ \frac{(90 - x)}{10} & ; 80 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

Gambar 2.9 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva trapesium dari Contoh 2.5.



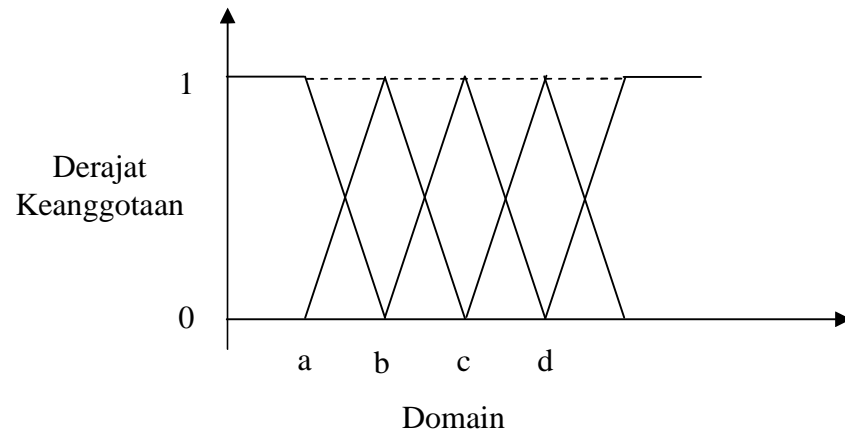
**Gambar 2. 9 Himpunan *Fuzzy* : Usia Sangat Tua pada  $U = [35, 95]$**

d. Representasi Kurva Bahu

Representasi fungsi keanggotaan *fuzzy* dengan menggunakan kurva bahu pada dasarnya adalah gabungan dari kurva segitiga dan kurva trapesium. Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang pada salah satu sisi dari variabel *fuzzy* yang ditinjau ini terdapat nilai yang konstan, yaitu pada himpunan ekstrim kiri dan ekstrim kanan.

Gambar 2.10 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva bahu:





**Gambar 2. 10 Representasi Kurva Bahu**

Keterangan:

- a = derajat keanggotaan terbesar dalam domain  $[0,b]$
- b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain  $[a,c]$
- c = derajat keanggotaan terbesar dalam domain  $[b,d]$
- d = derajat keanggotaan terbesar dalam domain  $[c,\infty]$

Banyaknya a, b, c, d, e,... Tergantung pada banyaknya himpunan *fuzzy* yang akan direpresentasikan. Fungsi keanggotaan pada representasi kurva bahu merupakan gabungan antara fungsi keanggotaan linear naik fungsi keanggotaan linear turun dan fungsi keanggotaan segitiga.

Contoh 2.6.

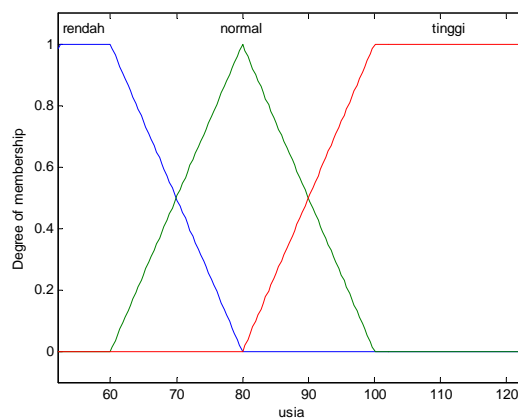
Fungsi Keanggotaan Linear kurva trapesium untuk himpunan *fuzzy* usia sangat tua pada variabel usia dengan himpuann *universal*  $U = [52,123]$  adalah:

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 80 \\ \frac{(80 - x)}{20}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{(x-50)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ \frac{(100-x)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 80 \\ \frac{(100-x)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \\ 1 & ; x \geq 100 \end{cases}$$

Gambar 2.11 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva bahu dari Contoh 2.6.



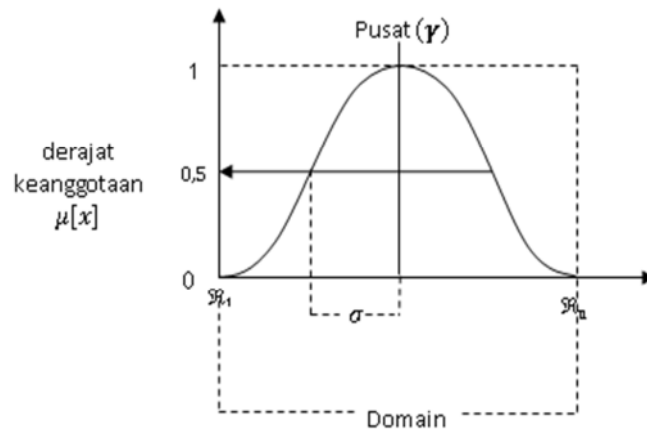
**Gambar 2. 11 Himpunan Fuzzy : Denyut Nadi pada  $U = [52, 123]$**

e. Kurva Gauss

Kurva Gauss merupakan kurva berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain  $\gamma$ , dan lebar kurva  $\sigma$  seperti pada gambar berikut :

$$G(x; \sigma, \gamma) = e^{-\frac{(x-\gamma)^2}{2\sigma^2}}.$$

Gambar 2.12 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss:



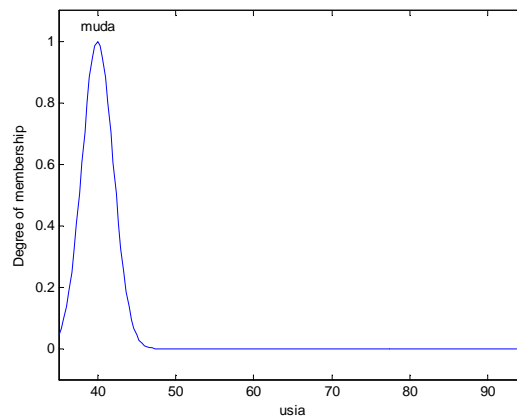
**Gambar 2. 12 Representasi Kurva Gauss**

Contoh 2.7.

Fungsi Keanggotaan Linear kurva *Gauss* untuk himpunan *fuzzy* usia muda pada variabel usia dengan himpuann *universal*  $U = [35,95]$  adalah:

$$G(x; \sigma, \gamma) = e^{-\frac{(x-40)^2}{2(2)^2}}.$$

Gambar 2.13 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva *Gauss* dari Contoh 2.7 adalah sebagai berikut :



**Gambar 2. 13 Himpunan *Fuzzy* : Usia Muda pada  $U = [35, 95]$**

### 3. Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*

Terdapat beberapa operasi yang dapat digunakan untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering disebut dengan *fire strength* atau  $\alpha$  – *predikat*. Terdapat 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh yaitu (Sri Kusumadewi, 2010:23)

#### a. Operator *AND* ( $\cap$ )

Operator *AND* merupakan operator yang berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$  – *predikat* sebagai hasil dengan operator *AND* diperoleh dengan mengambil derajat keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Misalkan A dan B adalah himpunan *fuzzy* pada  $U$ , maka himpunan *fuzzy*  $A \cap B$  didefinisikan dengan fungsi keanggotaan berikut.

$$\mu_{A \cap B}(x, y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)), \forall x, y \in U.$$

#### b. Operator *OR* ( $\cup$ )

Operator *OR* merupakan operator yang berhubungan dengan operasi *union* pada himpunan.  $\alpha - predikat$  sebagai hasil dengan operator *OR* diperoleh dengan mengambil derajat keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Misalkan *A* dan *B* adalah himpunan *fuzzy* pada *U*, maka himpunan *fuzzy*  $A \cup B$  didefinisikan dengan fungsi keanggotaan berikut.

$$\mu_{A \cup B}(x, y) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)), \forall x, y \in U.$$

c. Operator NOT

Operator NOT merupakan operator yang berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $\alpha - predikat$  sebagai hasil dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi derajat keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1. Misalkan *A* adalah himpunan *fuzzy* pada *U*. Sedangkan  $A'$  merupakan komplemen dari suatu himpunan *fuzzy* *A*, maka himpunan *fuzzy*  $A'$  didefinisikan dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x).$$

#### D. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* merupakan perluasan dari logika klasik. Proposisi logika klasik hanya mengenal benar atau salah dengan proposisi nilai 0 atau 1. Sedangkan logika *fuzzy* menyamaratakan 2 nilai logika klasik dengan membiarkan proposisi nilai kebenaran pada interval  $[0,1]$  (Wang Li-Xing, 1997: 73).

Alasan digunakannya logika *fuzzy* antara lain : (Sri Kusumadewi, 2010:2)

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti dengan konsep matematis sebagai dasar dari penalaran *fuzzy* yang sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para ahli secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert System* menjadi bagian terpenting.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

#### **E. Sistem *Fuzzy***

Sistem *fuzzy* dapat diartikan sebagai deskripsi linguistik (aturan *fuzzy* Jika-Maka) yang lengkap tentang proses yang dapat dikombinasikan kedalam

sistem (Wang Li-Xing, 1997:265). Ada beberapa sistem *fuzzy* yang biasa digunakan, salah satunya yaitu sistem *fuzzy* Mamdani.

## 1. Sistem *Fuzzy* Mamdani

Sistem Mamdani ini dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 atau sering disebut dengan Metode *Max-Min*. Pada sistem ini diperlukan empat tahap untuk mendapatkan *output*, antara lain (Sri Kusumadewi, 2010:37)

### a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada metode Mamdani, variabel *input* dan variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

Contoh 2.8.

Misalkan variabel *input* usia dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy* yaitu muda, agak tua, tua, dan sangat tua, serta variabel *output* dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu PJK tipe 1, PJK tipe 2, dan PJK tipe 3.

### b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aturan atau implikasi pada sistem ini secara umum dapat dipresentasikan sebagai berikut:

Jika  $(x_1 \text{ is } A_1)$  dan  $(x_2 \text{ is } A_2)$  .... dan  $(x_n \text{ is } A_n)$  Maka  $(y \text{ is } B)$ .

dengan  $(x_1 \text{ is } A_1)$  .....  $(x_n \text{ is } A_n)$  menyatakan *input* sedangkan  $(y \text{ is } B)$  menyatakan *output* dengan  $x_1 \dots x_n$  dan  $y$  menyatakan variabel dan  $A_1 \dots A_n$  dan  $B$  menyatakan himpunan *fuzzy*.

Pada metode ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

### Contoh 2.9.

Misalkan derajat keanggotaan usia 68 pada himpunan *fuzzy* muda adalah 0,000527 dan himpunan *fuzzy* agak tua adalah 0,0874 Derajat keanggotaan denyut nadi 81 pada himpunan *fuzzy* normal adalah 0,993092, himpunan *fuzzy* tinggi adalah 0,003984 dan himpunan *fuzzy* rendah adalah 0,000125. Aturan *fuzzy* yang digunakan sebagai berikut:

Rule 1 :        Jika usia muda dan denyut nadi normal maka PJK tipe 3

Rule 2 :        Jika usia muda dan denyut nadi tinggi maka PJK tipe 3

Rule 3 :        Jika usia agak tua dan denyut nadi rendah maka PJK tipe 2

Berdasarkan Contoh 2.9 diperoleh derajat keanggotaan untuk masing-masing variabel, selanjutnya variabel-variabel tersebut diaplikasikan ke aturan *fuzzy* 1, 2, dan 3 sehingga diperoleh fungsi implikasi. Tabel 2.1 merupakan fungsi implikasi berdasarkan aturan *fuzzy* 1, 2, dan 3.

**Tabel 2.1 Fungsi Implikasi**

| rule | usia     | Denyut nadi | Hasil implikasi |
|------|----------|-------------|-----------------|
| 1    | 0,000527 | 0,993092    | 0,000527        |
| 2    | 0,000527 | 0,003984    | 0,000527        |
| 3    | 0,0874   | 0,993092    | 0,0874          |



c. Komposisi Aturan

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

Metode yang biasa digunakan dalam melakukan inferensi adalah metode Max (*Maximum*).

Pada metode *max* solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan yang kemudian digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR* (union/gabungan). Jika semua proposisi telah dievaluasi maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang menggambarkan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]).$$

dengan

$\mu_{sf}[x_i]$  menyatakan derajat keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf}[x_i]$  menyatakan derajat keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i.

Contoh 2.10.

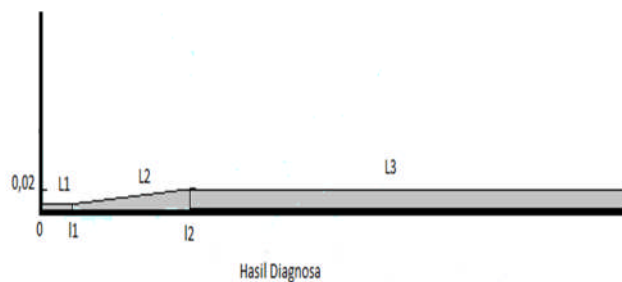
Misalkan fungsi keanggotaan PJK tipe 1 adalah  $e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0,145)^2}}$ , PJK tipe 2 adalah  $e^{-\frac{(x-0.5)^2}{2(0,0823)^2}}$ , dan PJK tipe 3 adalah  $e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0,155)^2}}$ . Pada Contoh 2.9 telah diperoleh hasil implikasi, selanjutnya inferensi dilakukan dengan metode *max*. Berdasarkan rule pada Contoh 2.9, diketahui output 1 dan

2 menghasilkan konsekuen PJK 3. Karena komposisi aturan yang digunakan adalah komposisi aturan *max*, maka dipilih derajat hal keanggotan yang terbesar dari konsekuen tersebut. Selanjutnya dilakukan hal yang sama untuk rule berikutnya. Tabel 2.2 berikut merupakan hasil inferensi menggunakan metode *max*.

**Tabel 2.2 Hasil Inferensi dengan Metode *Max***

| Rule | Hasil Implikasi | Hasil Diagnosa |            |
|------|-----------------|----------------|------------|
|      |                 | PJK tipe 3     | PJK tipe 2 |
| 1    | 0,000527        | 0,000527       |            |
| 2    | 0,000527        |                |            |
| 3    | 0,0874          |                | 0,0874     |

Hasil inferensi pada Tabel 2.2 kemudian diwujudkan dalam bentuk gambar komposisi dua dimensi. Gambar 2.13 berikut merupakan daerah hasil komposisi berdasarkan Tabel 2.2.



**Gambar 2.14 Daerah Hasil Komposisi**

Keterangan:

Sumbu x = menyatakan himpunan *universal* untuk hasil diagnosa.

Sumbu  $y$  = menyatakan derajat keanggotaan untuk hasil diagnosa.

Berdasarkan gambar di atas, daerah hasil dibagi menjadi 3 yaitu  $L_1$ ,  $L_2$ , dan  $L_3$  sehingga akan dicari  $l_1$  dan  $l_2$ .

$$0,000125 = e^{-\frac{(l_1-1)^2}{2(0.155)^2}} \rightarrow l_1 = 0,3428.$$

$$0,000527 = e^{-\frac{(l_2-0.5)^2}{2(0.0823)^2}} \rightarrow l_2 = 0,180.$$

Jadi fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi adalah:

$$\mu(y) = \begin{cases} 0,000125; y \leq 0,3428. \\ e^{-\frac{(y-1)^2}{2(0.155)^2}}; 0,3428 \leq y \leq 0,180 \\ 0,000527; y \geq 0,180 \end{cases}$$

#### d. Penegasan (defuzzifikasi)

Defuzzifikasi adalah komponen penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*. Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuan *fuzzy* (Setiadi, 2009:187).

Terdapat tiga jenis defuzzifikasi (Wang Li-Xing, 1997:109), yaitu:

##### 1) *Center of Gravity* (Metode *Centroid*)

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $y^*$ ) daerah *fuzzy*, secara umum dirumuskan

$$y^* = \frac{\int_y y\mu(y)dy}{\int_y \mu(y)dy} \quad ; \text{ untuk variabel kontinu}$$

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \mu(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(y_i)} \quad ; \text{ untuk variabel diskret}$$

## 2) *Center Average Defuzzifier (CAD)*

Defuzzifikasi ini dapat digunakan jika *output* fungsi keanggotaan dari beberapa proses *fuzzy* mempunyai bentuk yang sama. Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan. Pada defuzzifikasi ini rumus yang digunakan yaitu:

$$y^* = \sum \frac{y \mu(y)}{\mu(y)}$$

dengan:

$y$  = merupakan nilai tegas

$\mu(y)$  = merupakan derajat keanggotaan dari nilai tegas  $y$

## 3) *Maximum Defuzzifier*

Defuzzifikasi ini dengan mengambil salah satu dari nilai-nilai variabel dimana himpunan bagian *fuzzy* memiliki nilai kebenaran maksimum sebagai nilai tegas bagi variabel *output* ( $y^*$ ).

Ada tiga jenis *maximum* defuzzifier, yaitu:

### i. *Smallest of Maxima (SOM)*

Solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

### ii. *Largest of Maxima (LOM)*

Solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

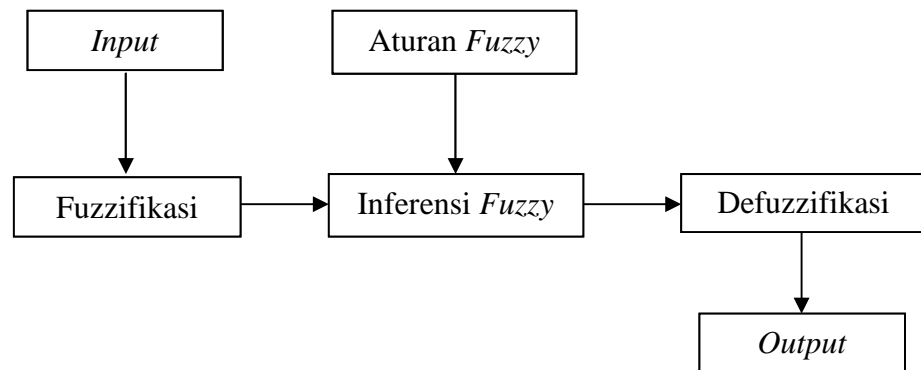
iii. *Mean of Maxima (MOM)*

Solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

Defuzzifikasi *centroid* lebih baik dibandingkan defuzzifikasi lainnya karena meskipun memiliki perhitungan yang cukup rumit namun memiliki keakuratan yang tinggi serta bersifat kontinu (Wang Li-Xing, 1997:113).

## 2. Susunan Sistem *Fuzzy*

Susunan sistem *fuzzy* dapat digambarkan pada diagram berikut:



**Gambar 2.15 Susunan Sistem *Fuzzy* (Wang Li-Xing, 1997:7)**

Berdasarkan Gambar 2.14, langkah-langkah dalam sistem *fuzzy* adalah sebagai berikut:

a. Menentukan *Input* dan *Output*

*Input* merupakan variabel/data yang akan dimasukan pada suatu sistem untuk memperoleh sistem.

*Output* merupakan hasil dari keluaran atau kesimpulan dari *input* pada suatu sistem.

b. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu pemetaan dari himpunan tegas (sesuatu yang bernilai pasti) ke himpunan *fuzzy* (sesuatu yang bernilai samar) dengan suatu fungsi keanggotaan. Dengan kata lain proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non-*fuzzy* menjadi variabel *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaan. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang selanjutnya maka akan digunakan untuk proses pengolahan secara *fuzzy*. Ada beberapa jenis fuzzifikasi yang dapat digunakan (Wang Li-Xing, 1997:105), salah satunya fuzzifikasi singleton. Fuzzifikasi *Singleton* memetakan himpunan tegas  $x^* \in U$  kedalam *fuzzy singleton*  $A' \in U$  dengan derajat keanggotaan 1 jika pada  $x^*$  dan 0 untuk yang lain, sehingga dapat dituliskan (Wang Li-Xing, 1997: 105)

$$\mu_{A'}(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x = x^* \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Fuzzifikasi *singleton* menyederhanakan perhitungan di dalam sistem *fuzzy* untuk semua jenis fungsi keanggotaan aturan *fuzzy*.

c. Menentukan Aturan *Fuzzy*

Sebuah pengetahuan aturan *fuzzy* dipresentasikan dalam aturan *fuzzy* Jika-Maka.

Aturan *fuzzy* Jika-Maka dapat dipresentasikan dalam pernyataan berikut (Jang, 1997:59)

Jika  $x$  is  $A$ , maka  $y$  is  $B$ .

dengan  $A$  dan  $B$  menyatakan himpunan *fuzzy* dan " $x$  is  $A$ " disebut anteseden (premis) sedangkan " $y$  is  $B$ " disebut konsekuen (kesimpulan).

Aturan Jika-Maka dapat dipresentasikan pada beberapa variabel anteseden dan satu variabel konsekuen dengan operator AND atau operator OR. Aturan dapat dinyatakan sebagai berikut (Wang Li-Xing, 1997: 91)

Jika  $(x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot \dots \cdot (x_n \text{ is } A_n)$  Maka  $(y \text{ is } B)$ .

dengan  $(x_1 \text{ is } A_1) \dots\dots\dots (x_n \text{ is } A_n)$  menyatakan anteseden sedangkan  $(y \text{ is } B)$  menyatakan konsekuen dan " $\cdot$ " menyatakan operator himpunan *fuzzy* (misal AND atau OR).

Contoh 2.11.

Misalkan

$x_1$  menyatakan usia.

$x_2$  menyatakan kolesterol.

$x_3$  menyatakan tekanan darah

$A_1$  menyatakan himpunan *fuzzy* umur yaitu muda, agak tua, tua, sangat tua.

$A_2$  menyatakan himpunan *fuzzy* kolesterol yaitu rendah, normal, tinggi, sangat tinggi.

$A_3$  menyatakan himpunan *fuzzy* tekanan darah yaitu normal, tinggi, sangat tinggi.

$y$  menyatakan hasil diagnosa.

$B$  menyatakan himpunan *fuzzy* hasil diagnosa yaitu PJK tipe 1, PJK tipe 2, dan PJK tipe 3.

Jika akan dibuat menjadi aturan *fuzzy*, maka dapat dituliskan sebagai berikut:

Jika  $x_1$  muda and  $x_2$  tinggi and  $x_3$  tinggi Maka  $y$  PJK tipe 2.

d. Melakukan Inferensi *fuzzy*

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Metode yang biasa digunakan dalam melakukan inferensi adalah metode Max (*Maximum*).

e. Melakukan Defuzifikasi

Defuzifikasi adalah komponen penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*. Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuan *fuzzy* (Setiadj, 2009: 187).



f. Menentukan Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan suatu sistem dapat diukur dari nilai *Accuracy*. *Accuracy* merupakan ukuran ketepatan/kedekatan hasil pemodelan dengan kenyataannya (persoalan yang sebenarnya).

Nilai *accuracy* dapat dihitung dengan rumus berikut (Kumar & Senthil,2013:22)

$$Accuracy = \frac{Data\ yang\ benar}{Data\ keseluruhan} \times 100\%.$$

**F. *Fuzzy Inference System (FIS)***

FIS dapat dibangun dengan 2 sistem, yaitu Mamdani dan Sugeno. Pada sistem Mamdani keluaran FIS berupa *fuzzy set* dan bukan sekedar inversi dari fungsi keanggotaan *output*. (Agus Naba, 2009:29).

Proses *Fuzzy Inference* dapat dibagi menjadi 5 bagian :

1. Fuzzifikasi *Input*

*Fuzzy Inference System (FIS)* mengambil masukan-masukan dan menentukan derajat keanggotaannya dalam semua himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan masing-masing himpunan *fuzzy*.

2. Operasi *Fuzzy Logic*

Operasi *fuzzy* yang digunakan adalah operasi AND dan OR. (telah dijelaskan pada bagian Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*).

### 3. Implikasi

Implikasi adalah proses mendapatkan keluaran sebuah aturan IF-THEN berdasarkan derajat kebenaran pada *input*. Implikasi akan mengubah bentuk himpunan *fuzzy* keluaran yang dihasilkan dari keluaran.

### 4. Agregasi

Agregasi dilakukan setelah melakukan proses implikasi. Pada dasarnya agregasi adalah operasi logika *fuzzy* OR dengan masukannya adalah semua himpunan *fuzzy* keluaran dari aturan IF-THEN.

### 5. Defuzzifikasi

Pada Matlab telah disediakan *Fuzzy Logic Toolbox*. *Fuzzy Logic Toolbox* dapat digunakan untuk membangun sistem *fuzzy*.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode dokumentasi. Pada penelitian ini data diperoleh dari hasil rekam medis yang telah dikumpulkan pihak Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

##### **B. Populasi dan Sampel**

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien jantung koroner di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta .

Sampel yang diambil pada penelitian ini merupakan data pasien penyakit jantung koroner dengan catatan informasi data yang lengkap. Sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 90 sampel yang diperoleh dari bagian rekam medis.

##### **C. Jenis dan Sumber Data**

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data sekunder internal, karena pada penelitian ini data yang diperoleh merupakan hasil kumpulan data tahun 2013 yang telah dikumpulkan pihak rumah sakit PKU Muhammadiyah.

Adapun data pada penelitian ini adalah hasil laboratorium dan data pasien jantung koroner. Hasil laboratorium dan data pasien tersebut yaitu :

1. Jenis Kelamin
2. Usia
3. Denyut Nadi
4. Tekanan Darah Sistolic
5. Kolesterol
6. Gula Darah Sewaktu
7. Trigliserida
8. Elektrokardiogram
9. Nyeri Dada
10. Sesak Nafas
11. Batuk

#### **D. Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat Penelitian : PKU Muhammadiyah Yogyakarta Unit I.

Waktu Penelitian : Tanggal 17 Februari – 5 Mei 2014

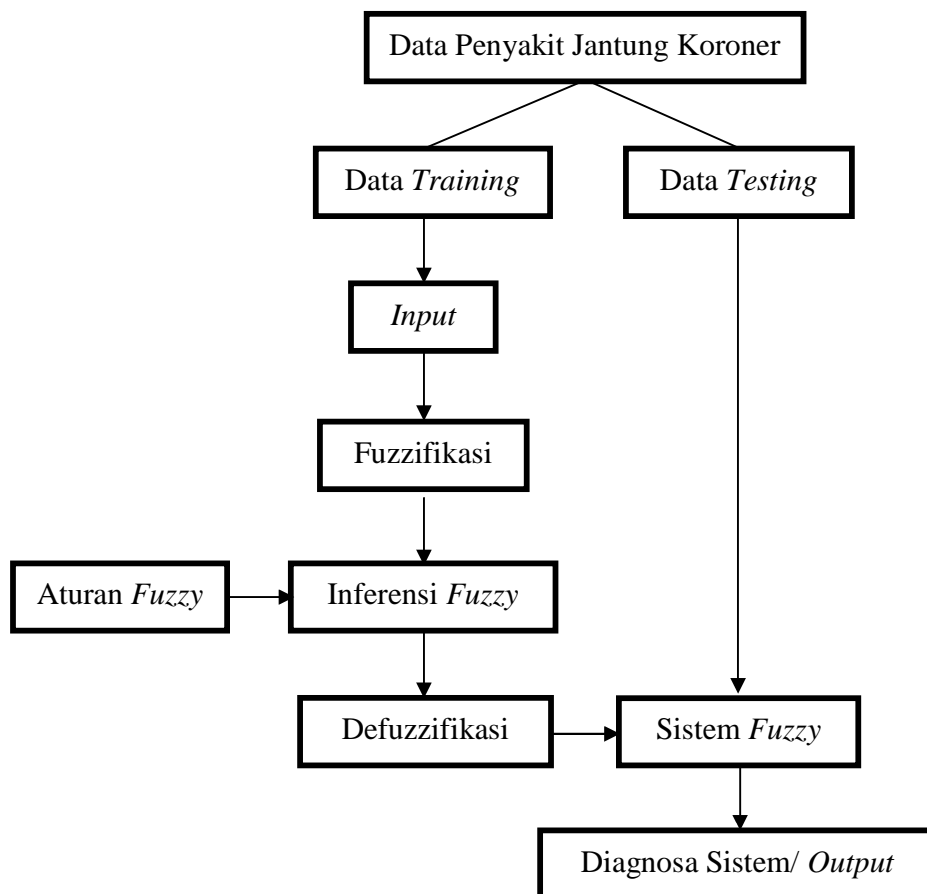
#### **E. Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan membagi data menjadi 2 yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun sistem dan data *testing* digunakan untuk menentukan validasi sistem. Tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Identifikasi Data Jantung Koroner (menentukan *input* dan *output*).
2. Menentukan himpunan *universal* dan himpunan *fuzzy*.

3. Menentukan aturan *fuzzy*.
4. Melakukan Inferensi *fuzzy*.
5. Melakukan defuzzifikasi.
6. Melakukan perbandingan *output* dan hasil diagnosa asli.
7. Menghitung tingkat keakuratan sistem.

Secara singkat prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 3.1 Tahapan Sistem *Fuzzy* Untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner**

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **A. Diagnosa dengan SistemFuzzy**

Sistemfuzzy telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya di bidang kedokteran yang digunakan untuk diagnosa suatu penyakit, salah satunya penyakit jantung koroner (PJK). Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosaPJK menggunakan sistemfuzzy. Langkah – langkah diagnosapenyakit jantung koroner menggunakan sistemfuzzyadalah :

##### **1. Identifikasi Data PJK**

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 data, yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data *training* dan data *testing*. Dalam menentukan data *training* dan data *testing* digunakan prinsip *trial error* sehingga digunakan data training sebanyak 70 data dan data testing sebanyak 20 data. Data tersebut terdiri dari 11 dan 3 *output*, yaitu :

##### **a. Input**

Berdasarkan faktor penyebab dan gejala PJK dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, *input* yang digunakan pada penelitian ini digunakan 11 yaitu jenis kelamin, usia, denyut nadi, tekanan darah sistolik, kolesterol, gula darah sewaktu, trigliserida, elektrokardiogram, nyeri dada, sesak nafas, dan batuk.

b. *Output*

*Output* yang dihasilkan adalah hasil diagnosa berdasarkan *input* yang ditentukan. Hasil diagnosa untuk penelitian ini adalah PJK tipe 1, PJK tipe 2, dan PJK tipe 3.

**2. Menentukan Himpunan Universal (U)**

Himpunan *universal* merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

**a. Himpunan *Universal* pada Variabel *Input***

Berdasarkan data yang diperoleh, himpunan *universal* yang dipilih berada pada range yang berdekatan dengan nilai minimum dan maksimum semua data. Berikut himpunan *universal* pada setiap *input* yaitu :

1) Jenis Kelamin

Terdapat 2 kategori jenis kelamin yaitu perempuan atau laki-laki. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik kedalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk jenis kelamin perempuan angka 1 dan laki-laki angka 0.

2) Usia

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui

bahwa usia termuda adalah 40 dan usia tertua adalah 90 sehingga himpunan *universal* untuk usia adalah [35,95].

3) Denyut Nadi

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa denyut naditerendah per menit adalah 52 dan denyut nadi tertinggi per menit adalah 123 sehingga himpunan *universal* untuk denyut nadi adalah [45,130].

4) Tekanan Darah Sistolik

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa tekanan darah sistolik terendah adalah 100 dan tekanan darah sistolik tertinggi adalah 233 sehingga himpunan *universal* untuk tekanan darah sistolik adalah [80,240].

5) Kolesterol

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa kolesterol terendahper menit adalah 81 dan kolesterol tertinggi per menit adalah 500 sehingga himpunan *universal* untuk kolesterol adalah [70,510].

6) Gula Darah Sewaktu (GDS)

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui



bahwa GDS terendah adalah 55 dan GDS tertinggi adalah 578 sehingga himpunan *universal* untuk diabetes adalah [50,580].

7) Trigliserida

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa trigliserida terendah per menit adalah 47 dan trigliserida tertinggi per menit adalah 580 sehingga himpunan *universal* untuk trigliserida adalah [40,590].

8) Elektrokardiogram (EKG)

Terdapat 3 kategori dalam menentukan pasien mengalami nyeri dada yaitu depresi segmen ST, deviasi segmen ST, dan elevasi segmen ST. Ketiga kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik kedalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk pasien yang mengalami depresi segmen ST sebagai angka 0, deviasi segmen ST sebagai angka 0,5 dan elevasi segmen ST sebagai 1 sehingga himpunan *universal* untuk EKG adalah [0,1].

9) Nyeri Dada

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien mengalami nyeri dada yaitu nyeri atau tidak nyeri. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik kedalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk pasien yang mengalami nyeri dada angka 0 dan

yang tidak mengalami nyeri dada angka 1 dan sehingga himpunan *universal* untuk nyeri dada adalah  $[0,1]$ .

#### 10) Sesak Nafas

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien mengalami sesak nafas yaitu sesak atau tidak sesak. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik kedalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk pasien yang mengalami sesak nafas angka 0 dan yang tidak mengalami sesak nafas angka 1 dan sehingga himpunan *universal* untuk sesak nafas adalah  $[0,1]$ .

#### 11) Batuk

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien mengalami batuk yaitu batuk atau tidak batuk. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik kedalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk pasien yang mengalami batuk angka 0 dan yang tidak mengalami batuk angka 1 dan sehingga himpunan *universal* untuk batuk adalah  $[0,1]$ .

### **b. Himpunan *Universal* pada Variabel *Output***

*Output* pada penelitian ini adalah hasil penyakit jantung koroner yaitu PJK tipe 1 dimisalkan dengan angka 0, PJK tipe 2 dimisalkan

dengan angka 0,5 dan PJK tipe 3 dimisalkan dengan angka 1, sehingga himpunan *universal* pada hasil adalah [0,1].

### 3. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

#### a. Himpunan *Fuzzy* pada *Input*

Data yang diperoleh dari hasil penelitian merupakan himpunan tegas. Himpunan tegas tersebut diubah kedalam himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah pendekatan fungsi kurva Gauss.

Berdasarkan data yang diperoleh serta sumber informasi Dinas Kesehatan, himpunan *fuzzy* ditentukan sebagai berikut :

##### 1) Jenis Kelamin

Jenis kelamin dibedakan menjadi 2 yaitu laki-laki dan perempuan, dengan fungsi keanggotaannya yaitu :

a) Laki-laki dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{laki-laki}(x) = \begin{cases} 1; & \text{jika } x = laki - laki \\ 0; & \text{jika } x = perempuan \end{cases}$$

b) Perempuan dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{perempuan}(x) = \begin{cases} 0; & \text{jika } x = laki - laki \\ 1; & \text{jika } x = perempuan \end{cases}$$

##### 2) Usia

Usia dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu :

- a) Usia Muda memiliki pusat domain terletak pada 35 dan lebar kurva sebesar 8,493. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan usia muda berikut:

$$\mu_{muda}(x) = e^{-\frac{(x-35)^2}{2(8.493)^2}}$$

- b) Usia Agak Tua memiliki pusat domain terletak pada 53 dan lebar kurva sebesar 6,794. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan usia agak tua berikut:

$$\mu_{agaktua}(x) = e^{-\frac{(x-53)^2}{2(6.794)^2}}$$

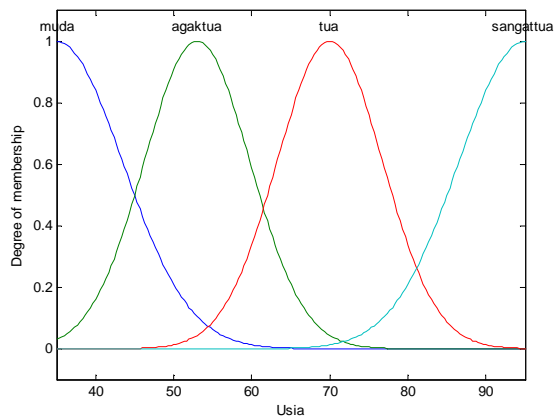
- c) Usia Tua memiliki pusat domain terletak pada 70 dan lebar kurva sebesar 6,794. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan usia tua berikut:

$$\mu_{tua}(x) = e^{-\frac{(x-70)^2}{2(6.794)^2}}$$

- d) Usia Sangat Tua memiliki pusat domain terletak pada 95 dan lebar kurva sebesar 8,493. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan usia sangat tua berikut:

$$\mu_{sangattua}(x) = e^{-\frac{(x-95)^2}{2(8.493)^2}}$$

Gambar 4.1 merupakan Berikut yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel usia :



**Gambar 4.1** Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Usia dengan  $U=[35,95]$

### 3) Denyut Nadi

Berdasarkan lampiran 13 halaman 130, variabel denyut nadi dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu :

- a) Denyut nadi rendah memiliki pusat domain terletak pada 45 dan lebar kurva sebesar 8,493. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan denyut nadi rendah berikut:

$$\mu_{nadi_{rendah}}(x) = e^{-\frac{(x-45)^2}{2(8.493)^2}}$$

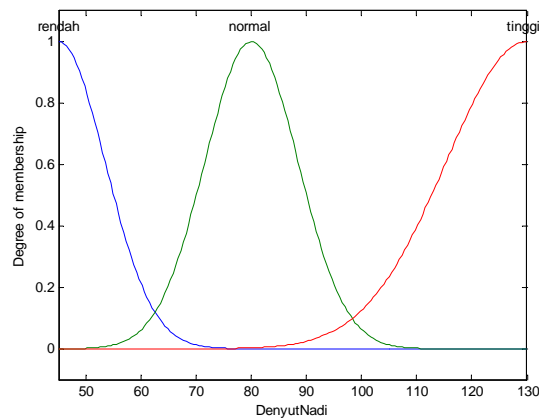
- b) Denyut nadi normal memiliki pusat domain terletak pada 80 dan lebar kurva sebesar 8,493. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan denyut nadi normal berikut:

$$\mu_{nadi_{normal}}(x) = e^{-\frac{(x-80)^2}{2(8.493)^2}}$$

- c) Denyut nadi tinggi memiliki pusat domain terletak pada 130 dan lebar kurva sebesar 14,74. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan denyut nadi tinggi berikut:

$$\mu_{nadi_{tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-130)^2}{2(14.74)^2}}$$

Gambar 4.2 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel denyut nadi :



**Gambar 4.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Denyut Nadi dengan  $U=[45,130]$**

#### 4) Tekanan Darah Sistolik

Berdasarkan lampiran 13 halaman 130, variabel Tekanan Darah Sistolik dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

- a) Tekanan Darah Sistoliknormalmemiliki pusat domain terletak pada 100dan lebar kurva sebesar 11,4. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaantekanan darah sistolik rendah berikut:

$$\mu_{tds_{normal}}(x) = e^{-\frac{(x-100)^2}{2(11,4)^2}}$$

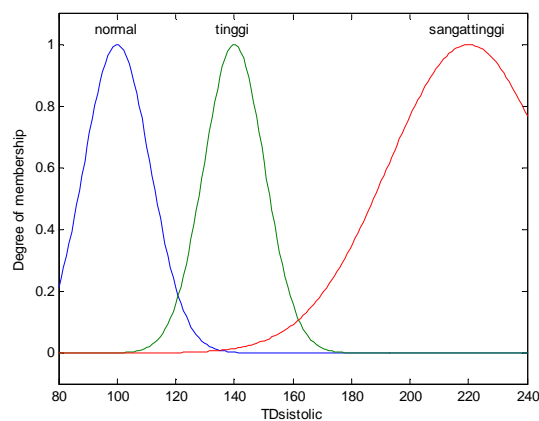
- b) Tekanan Darah Sistoliktinggimemiliki pusat domain terletak pada 140 dan lebar kurva sebesar 10,4. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaantekanan darah sistolik normal berikut:

$$\mu_{tds_{tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-140)^2}{2(10,4)^2}}$$

- c) Tekanan Darah Sistolik sangat tinggi memiliki pusat domain terletak pada 220 dan lebar kurva sebesar 27,51. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan denyut tekanan darah sistolik sangat tinggi berikut:

$$\mu_{tds_{sangattinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-220)^2}{2(27,51)^2}}$$

Gambar 4.3 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel tekanan darah sistolik :



**Gambar 4.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Sistolik dengan U=[80,240]**

## 5) Kolesterol

Berdasarkan lampiran 13 halaman 130, variabel Kolesterol dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu :

- a) Kolesterol rendah memiliki pusat domain terletak pada 80 dan lebar kurva sebesar 50,1. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan kolesterol rendah berikut:

$$\mu_{kol_{rendah}}(x) = e^{-\frac{(x-80)^2}{2(50.1)^2}}$$

- b) Kolesterol normal memiliki pusat domain terletak pada 190, dan lebar kurva sebesar 10,2. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan kolesterol normal berikut:

$$\mu_{kol_{normal}}(x) = e^{-\frac{(x-190)^2}{2(10.2)^2}}$$

- c) Kolesterol tinggi memiliki pusat domain terletak pada 280 dan lebar kurva sebesar 30,3. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan kolesterol tinggi berikut:

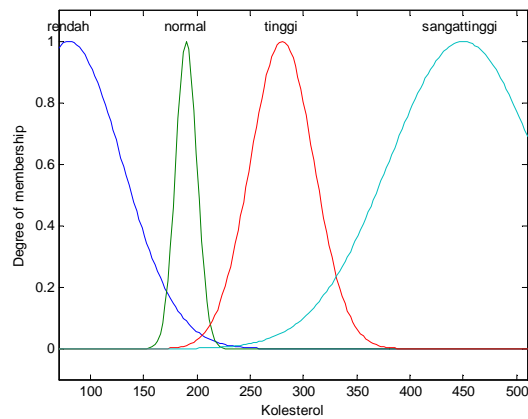
$$\mu_{kol_{tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-280)^2}{2(30.3)^2}}$$

- d) Kolesterol sangat tinggi memiliki pusat domain terletak pada 450 dan lebar kurva sebesar 70,4. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan kolesterol sangat tinggi berikut:

$$\mu_{kol_{sangattinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-450)^2}{2(70.4)^2}}$$

Gambar 4.4 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel Kolesterol :





**Gambar 4.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kolesterol dengan  $U=[70,510]$**

#### 6) Gula Darah Sewaktu (GDS)

Berdasarkan lampiran 13 halaman 130, variabel Gula Darah Sewaktu dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu :

- a) Gula Darah Sewaktu rendah memiliki pusat domain terletak pada 50 dan lebar kurva sebesar 25,51. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan gula darah sewaktu rendah berikut:

$$\mu_{GD_{rendah}}(x) = e^{-\frac{(x-50)^2}{2(25.51)^2}}$$

- b) Gula Darah Sewaktu normal memiliki pusat domain terletak pada 120 dan lebar kurva sebesar 42,47. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan gula darah sewaktu normal berikut:

$$\mu_{GD_{normal}}(x) = e^{-\frac{(x-120)^2}{2(42.47)^2}}$$

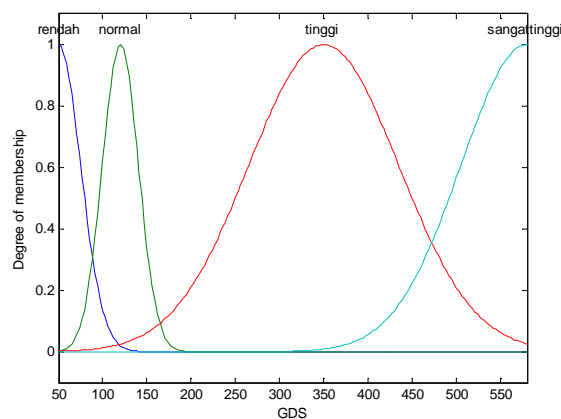
- c) Gula Darah Sewaktu tinggi memiliki pusat domain terletak pada 350 dan lebar kurva sebesar 84,93. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan gula darah sewaktu tinggi berikut:

$$\mu_{GD_{tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-350)^2}{2(84.93)^2}}$$

d) Gula Darah Sewaktu sangat tinggi memiliki pusat domain terletak pada 580 dan lebar kurva sebesar 75,02. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan gula darah sewaktu tinggi berikut:

$$\mu_{GD_{sangattinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-580)^2}{2(75.02)^2}}$$

Gambar 4.5 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel GDS :



**Gambar 4.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Gula Darah Sewaktu (GDS) dengan U=[50,580]**

## 7) Trigliserida

Berdasarkan lampiran 13 halaman 130, variabel Kolesterol dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu :

a) Trigliserida rendah memiliki pusat domain terletak pada 40 dan lebar kurva sebesar 25,48. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan trigliserida rendah berikut:

$$\mu_{trigliserida_{rendah}}(x) = e^{-\frac{(x-40)^2}{2(25.48)^2}}$$

- b) Trigliserida normal memiliki pusat domain terletak pada 110 dan lebar kurva sebesar 30,45. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan trigliserida normal berikut:

$$\mu_{trigliserida_{normal}}(x) = e^{-\frac{(x-110)^2}{2(30.45)^2}}$$

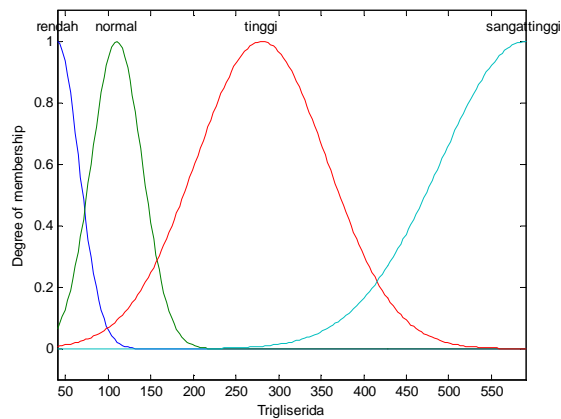
- c) Trigliserida tinggi memiliki pusat domain terletak pada 280 dan lebar kurva sebesar 77,87. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan trigliserida tinggi berikut:

$$\mu_{trigliserida_{tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-280)^2}{2(77.87)^2}}$$

- d) Trigliserida sangat tinggi memiliki pusat domain terletak pada 590 dan lebar kurva sebesar 100,5. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan trigliserida sangat tinggi berikut:

$$\mu_{trigliserida_{sangat_tinggi}}(x) = e^{-\frac{(x-590)^2}{2(100.5)^2}}$$

Grambar 4.6 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel trigliserida :



**Gambar 4.6 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Trigliserida**

#### 8) Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram dibedakan menjadi 3 yaitu depresi segmen ST, deviasi segmen ST, dan elevasi segmen ST, dengan fungsi keanggotaannya yaitu :

- a) Depresi segmen ST memiliki pusat domain terletak pada 0 dan lebar kurva sebesar 0,2. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan Depresi segmen ST berikut:

$$\mu_{\text{depresi segmen ST}}(x) = e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0.2)^2}}$$

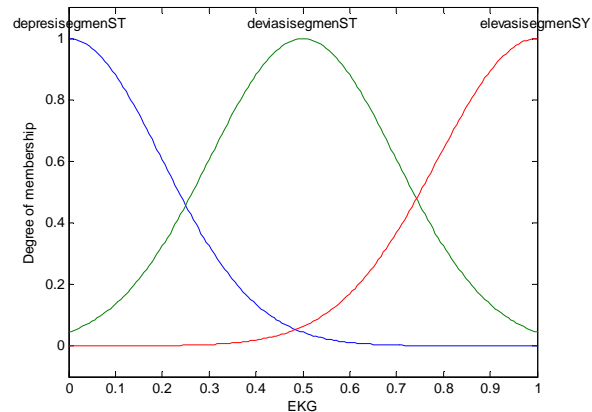
- b) Deviasi segmen ST memiliki pusat domain terletak pada 0,5 dan lebar kurva sebesar 0,2. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan Deviasi segmen ST berikut:

$$\mu_{\text{deviasi segmen ST}}(x) = e^{-\frac{(x-0.5)^2}{2(0.2)^2}}$$

- c) Elevasi segmen ST memiliki pusat domain terletak pada 1 dan lebar kurva sebesar 0,2. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan Elevasi segmen ST berikut:

$$\mu_{elevasisegmenSTl}(x) = e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0.2)^2}}$$

Gambar 4.7 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel EKG :



**Gambar 4.7 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel EKG dengan  $U=[0,1]$**

#### 9) Nyeri Dada

Nyeri Dada dibedakan menjadi 2 yaitu nyeri dan tidak nyeri, dengan fungsi keanggotaannya yaitu:

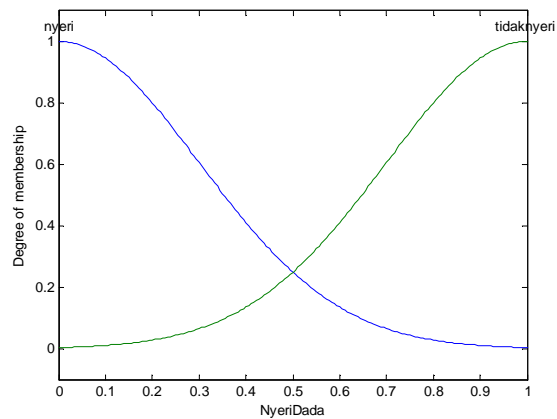
a) Nyeri dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{nyeri}(x) = e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0.3)^2}}$$

b) Tidak Nyeri dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{tidaknyeri}(x) = e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0.3)^2}}$$

Gambar 4.8 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel nyeri dada :



**Gambar 4.8 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nyeri Dada dengan  $U=[0,1]$**

#### 10) Sesak Nafas

Sesak nafas dibedakan menjadi 2 yaitu sesak nafas dan tidak sesak nafas, dengan fungsi keanggotaannya yaitu:

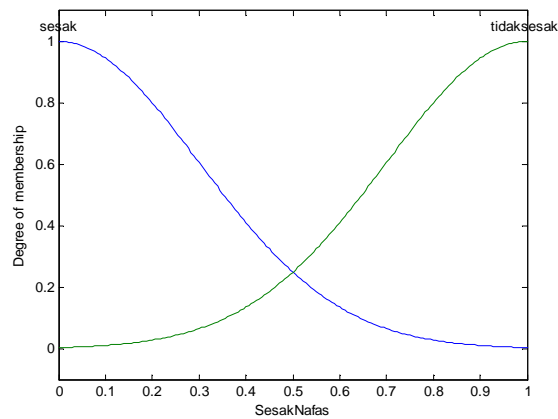
a) Sesak nafas dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sesaknafas}(x) = e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0.3)^2}}$$

b) Tidak sesak nafas dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{tidaksesaknafas}(x) = e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0.3)^2}}$$

Gambar 4.9 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel sesak nafas :



**Gambar 4.9 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Sesak Nafas dengan  $U=[0,1]$**

#### 11) Batuk

Batuk dibedakan menjadi 2 yaitu batuk dan tidakbatuk ,  
dengan fungsi keanggotaannya yaitu:

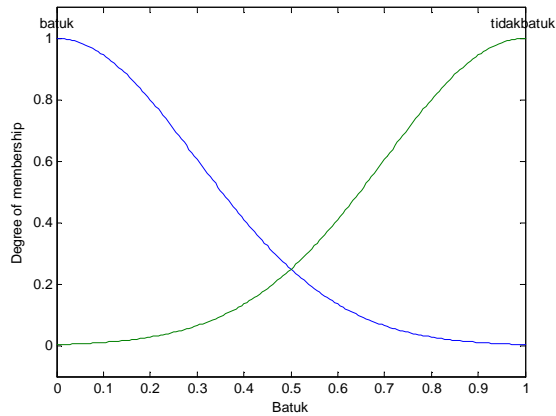
a) Batuk dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{batuk}(x) = e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0.3)^2}}$$

b) Tidak batuk dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{tidakbatuk}(x) = e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0.3)^2}}$$

Gambar 4.10 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel batuk :



**Gambar 4.10 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Batuk dengan  $U=[0,1]$**

**b. Himpunan Fuzzy pada Output**

*Output* pada hasil diagnosa penyakit jantung koroner dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu :

1. PJK tipe 1 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{PJKtipe1} = e^{-\frac{(x-0)^2}{2(0.145)^2}}$$

2. PJK tipe 2 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

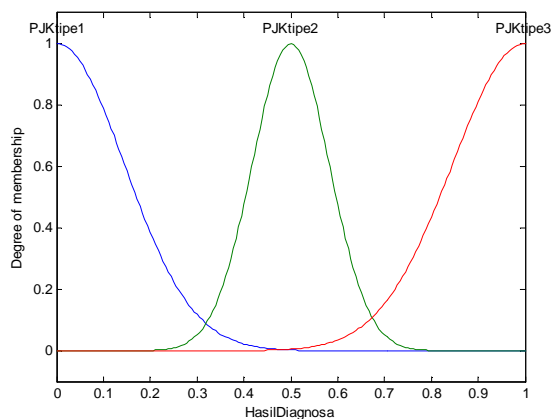
$$\mu_{PJKtipe2} = e^{-\frac{(x-0.5)^2}{2(0.0823)^2}}$$

3. PJK tipe 3 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{PJKtipe3} = e^{-\frac{(x-1)^2}{2(0.155)^2}}$$

Gambar 4.11 merupakan grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada hasil diagnosa penyakit jantung koroner :





**Gambar 4.11 Grafik Fungsi Keanggotaan Hasil Diagnosa dengan  $U=[0,1]$**

Jika terjadi nilai output ganda (terletak di dua domain yang berbeda), maka diasumsikan hasil output dibulatkan ke domain yang lebih rendah.

#### 4. Menentukan Aturan *Fuzzy*

Aturan *fuzzy* yang dibentuk memiliki keterkaitan antara himpunan *fuzzy* yang satu dengan yang lainnya. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 data, yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data 70 *training* dan 20 data *testing*. Tabel 4.1 berikut merupakan tabel data *training* dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta:

**Tabel 4.1 Data *Training* RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta**

| Pasien | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H                 | Nyeri Dada | Sesak Nafas | Batuk | Diagnosa   |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|------------|-------------|-------|------------|
| 1      | p   | 68  | 81  | 140 | 140 | 255 | 143 | Deviasi Segmen ST | Tidak      | Ya          | Ya    | PJK tipe 2 |
| 2      | p   | 73  | 89  | 120 | 143 | 560 | 190 | Depresi segmen ST | Tidak      | Ya          | Ya    | PJK tipe 1 |
| ...    | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ...               | ...        | ...         | ...   | ...        |
| 70     | l   | 76  | 97  | 200 | 390 | 303 | 400 | Elevasi Segmen ST | Ya         | Ya          | Ya    | PJK tipe 3 |

Keterangan :

A = Jenis Kelamin

B = Usia

C = Denyut Nadi

D = Tekana Darah Sistolik

E = Kolesterol

F = Gula Darah Sewaktu (GDS)

G = Trigliserida

H = Elektrokardiogram

I = Nyeri Dada

J = Sesak Nafas

K = Batuk

Data *training* pasien RS PKU Muhammadiyah Yoyakarta selengkapnya terdapat padalampiran 3 halaman 96.

Langkah selanjutnya yaitu mengubah data *training* yang berupa himpunan tegas menjadi himpunan *fuzzy*. Salah satu contoh data yang diperoleh dari RS PKU Muhammadiyah disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 4.2 Data Pasien 1**

| <b>Variabel Input</b>  | <b>Data Pasien 1</b> |
|------------------------|----------------------|
| Jenis Kelamin          | Perempuan            |
| Usia                   | 68 tahun             |
| Denyut Nadi            | 81 / menit           |
| Tekanan Darah Sistolik | 140                  |
| Kolesterol             | 140                  |
| Gula Darah Sewaktu     | 255                  |
| Trigliserida           | 143                  |
| EKG                    | Deviiasi segmen ST   |
| Nyeri Dada             | Tidak                |

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| Sesak Nafas            | Ya                |
| Batuk                  | Ya                |
| <b>Diagnosa Dokter</b> | <b>PJK tipe 2</b> |

Data Tabel 4.2 kemudian diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi pendekatan Gauss yang disajikan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Himpunan *Fuzzy* Pasien 1**

| <b>Variabel Input</b>  | <b>Himpunan <i>Fuzzy</i></b> | <b>Derajat Keanggotaan</b> |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Jenis Kelamin          | Laki-laki                    | 0                          |
|                        | Perempuan                    | 1                          |
| Usia                   | Muda                         | 0,000526763                |
|                        | Agak Tua                     | 0,087400207                |
|                        | Tua                          | 0,957596266                |
|                        | Sangat Tua                   | 0,006388202                |
| Denyut Nadi            | Rendah                       | 0000125444                 |
|                        | Normal                       | 0,993092142                |
|                        | Tinggi                       | 0,003984099                |
| Tekanan Darah Sistolik | Normal                       | 0,108782911                |
|                        | Tinggi                       | 0,500145408                |
|                        | Sangat Tinggi                | 0,001982312                |
| Kolesterol             | Rendah                       | 0,488151917                |
|                        | Normal                       | 6,0551E-06                 |
|                        | Tinggi                       | 2,3131E-05                 |
|                        | sangat Tinggi                | 6,15903E-05                |
| Gula Darah Sewaktu     | Rendah                       | 3,27439E-15                |
|                        | Normal                       | 3,59206E-10                |
|                        | Tinggi                       | 0,534941734                |
|                        | Sangat Tinggi                | 8,40681E-05                |
| Trigliserida           | Rendah                       | 0,000282893                |
|                        | Normal                       | 0,555853584                |
|                        | Tinggi                       | 0,212748831                |
|                        | Sangat Tinggi                | 5,06136E-05                |
| Elektrokardiogram      | Depresi Segmen ST            | 0,04393693362              |
|                        | Deviasi Segmen ST            | 1                          |
|                        | Elevasi Segmen ST            | 0,04393693362              |
| Nyeri Dada             | Ya                           | 0,00386592                 |
|                        | Tidak                        | 1                          |
| Sesak Nafas            | Ya                           | 1                          |
|                        | Tidak                        | 0,00386592                 |

|       |       |            |
|-------|-------|------------|
| Batuk | Ya    | 1          |
|       | Tidak | 0,00386592 |

Berdasarkan Tabel 4.3 selanjutnya memilih himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel yang mempunyai derajat keanggotaan terbesar, seperti yang disajikan pada tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4.4 Tabel Himpunan *Fuzzy* dengan Derajat Keanggotaan Terbesar**

| Variabel <i>Input</i>  | Himpunan <i>Fuzzy</i> | Derajat Keanggotaan |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| Jenis Kelamin          | Perempuan             | 1                   |
| Usia                   | Tua                   | 0,957596266         |
| Denyut Nadi            | Normal                | 0,993092142         |
| Tekanan Darah Sistolik | Tinggi                | 0,500145408         |
| Kolesterol             | Rendah                | 0,488151917         |
| Gula Darah Sewaktu     | Tinggi                | 0,534941734         |
| Trigliserida           | Normal                | 0,555853584         |
| EKG                    | Deviasi Segmen ST     | 1                   |
| Nyeri Dada             | Tidak                 | 1                   |
| Sesak Nafas            | Ya                    | 1                   |
| Batuk                  | Ya                    | 1                   |

Lakukan hal yang sama untuk pasien 2 hingga 70, sehingga diperoleh data seperti Tabel 4.5 berikut:

**Tabel 4.5 Himpunan *Fuzzy Data Training***

| No  | A         | B   | C      | D             | E             | F             | G      | H                 | I     | J   | K   | Diagnosis  |
|-----|-----------|-----|--------|---------------|---------------|---------------|--------|-------------------|-------|-----|-----|------------|
| 1   | Perempuan | Tua | Normal | Tinggi        | Rendah        | Tinggi        | Normal | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya  | Ya  | PJK tipe 2 |
| 2   | Perempuan | Tua | Normal | Normal        | Rendah        | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Ya  | Ya  | PJK tipe 1 |
| ... | ....      | ... | ...    | ...           | ...           | ...           | ...    | ...               | ...   | ... | ... | ...        |
| 70  | Laki-laki | Tua | Normal | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya  | Ya  | PJK tipe 3 |

Data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 5 halaman 104.

Selanjutnya himpunan *fuzzy* pada Tabel 4.5 diurutkan sesuai hasil diagnosa, seperti tersaji pada tabel 4.6 berikut:

**Tabel 4.6 Himpunan Fuzzy Data Training Setelah Diurutkan**

| Rul<br>e | A         | B          | C      | D             | E             | F             | G             | H                 | I     | J     | K     | Dia<br>gno<br>sa |
|----------|-----------|------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------------|
| 1        | Laki-laki | Muda       | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3       |
| ...      | ...       | ...        | ...    | ...           | ...           | ...           | ...           | ...               | ...   | ...   | ...   | ...              |
| 19       | Perempuan | Sangat Tua | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3       |
| 20       | Laki-laki | Aga k Tua  | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2       |
| ...      | ...       | ...        | ...    | ...           | ...           | ...           | ...           | ...               | ...   | ...   | ...   | ...              |
| 50       | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Sangat Tinggi | Rendah        | Tinggi        | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2       |
| ...      | ...       | ...        | ...    | ...           | ...           | ...           | ...           | ...               | ...   | ...   | ...   | ...              |
| 70       | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Sangat Tinggi | Rendah        | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1       |

Data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 6 halaman

110. Berdasarkan hasil fuzzifikasi 70 data training dalam Tabel 4.6 dibuat aturan *fuzzy* menggunakan operator AND berikut:

1. If (JenisKelamin is laki-laki) and (Usia is muda) and (DenyutNadi is normal) and (TDSistolik is tinggi) and (Kolesterol is sangatteringgi) and (GDS is tinggi) and (Trigliserida is sangatteringgi) and (EKG is

elevasisegmenST) and (NyeriDada is nyeri) and (SesakNafas is sesak) and (Batuk is tidakbatuk) then (HasilDiagnosa is PJKtipe3)

2. If (JenisKelamin is laki-laki) and (Usia is muda) and (DenyutNadi is tinggi) and (TDSistolik is tinggi) and (Kolesterol is tinggi) and (GDS is tinggi) and (Trigliserida is normal) and (EKG is elevasisegmenST) and (NyeriDada is nyeri) and (SesakNafas is sesak) and (Batuk is batuk) then (HasilDiagnosa is PJKtipe3)

-----  
 -----  
 -----

70. If (JenisKelamin is perempuan) and (Usia is tua) and (DenyutNadi is tinggi) and (TDSistolik is tinggi) and (Kolesterol is normal) and (GDS is sangatteringgi) and (Trigliserida is rendah) and (EKG is depresisegmenST) and (NyeriDada is nyeri) and (SesakNafas is tidaksesak) and (Batuk is tidakbatuk) then (HasilDiagnosa is PJKtipe1)

## 5. Melakukan Inferensi *Fuzzy*

Metode Inferensi yang digunakan dalam diagnosa penyakit jantung koroner ini adalah metode Mamdani atau sering dikenal sebagai metode Max-min.

Berdasarkan aturan *fuzzy* yang telah dibuat, akan digunakan 70 aturan. Hasil fuzzifikasi kemudian digunakan untuk inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Mamdani dengan menggunakan fungsi implikasi

MIN. Fungsi MIN digunakan karena pada aturan jika-maka, operator yang digunakan pada antasenden adalah AND ( $\cap$ ). Pada operator AND, untuk memperoleh hasil implikasi maka diambil elemen yang mempunyai derajat keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

Aturan *fuzzy* dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 87. Pada Tabel 4.2 data pasien 1 telah diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan terbesar. Misalkan pada aturan 1 sebagai berikut:

If (JenisKelamin is laki-laki) and (Usia is muda) and (DenyutNadi is normal) and (TDSistolik is tinggi) and (Kolesterol is sangatteringgi) and (GDS is tinggi) and (Trigliserida is sangatteringgi) and (EKG is elevasisegmenST) and (NyeriDada is nyeri) and (SesakNafas is sesak) and (Batuk is tidakbatuk) then (HasilDiagnosa is PJKtipe3)

Berdasarkan aturan tersebut akan dibuat implikasi dengan memasukkan data pasien 1 ke aturan sehingga diperoleh hasil implikasi berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{A \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap G \cap H \cap I \cap J \cap K} &= \min(\mu_A(0); \mu_B(68); \dots; \mu_K(0)) \\ &= \min(0; 0,000527; \dots; 0,003866) \\ &= 0\end{aligned}$$

Lakukan hal yang sama untuk aturan 2 sampai 70. Hasil implikasi pasien 1 untuk aturan 1 sampai 70 disajikan pada Tabel 4.7 berikut:

**Tabel 4.7 Fungsi Implikasi Pasien 1**

| Rule | A   | B                       | C                        | D                        | E                        | F                       | G                               | H                             | I               | J                | K                | Hasil<br>Impli<br>kasi |
|------|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|
| 1    | 0   | 0,0<br>005<br>267<br>63 | 0,9<br>930<br>921<br>42  | 0,5<br>001<br>45<br>903  | 0,0<br>000<br>615<br>903 | 0,3<br>385<br>450<br>63 | 0,00<br>0050<br>6136<br>63      | 1                             | 0,0<br>038<br>6 | 1                | 0,00<br>386<br>6 | 0                      |
| ...  | ... | ...                     | ...                      | ...                      | ...                      | ...                     | ...                             | ...                           | ...             | ...              | ...              | ...                    |
| ...  | ... | ...                     | ...                      | ...                      | ...                      | ...                     | ...                             | ...                           | ...             | ...              | ...              | ...                    |
| 70   | 1   | 0,9<br>575<br>96        | 0,0<br>039<br>844<br>099 | 0,0<br>500<br>145<br>408 | 6,0<br>551<br>E-<br>05   | 8,4<br>068<br>1E-<br>05 | 0,00<br>0283<br>369<br>336<br>2 | 0,0<br>439<br>369<br>336<br>2 | 1               | 0,00<br>386<br>6 | 0,00<br>386      | 6,05<br>51E-<br>05     |

Hasil fungsi implikasi untuk pasien 1 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7 halaman 116.

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Pada Sistem Mamdani kali ini menggunakan komposisi antar aturan MAX, yaitu dengan mengambil nilai maksimum dari hasil fungsi implikasi MIN yang kemudian digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan



mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR* (gabungan). Hasil komposisi disajikan dalam Tabel 4.8.

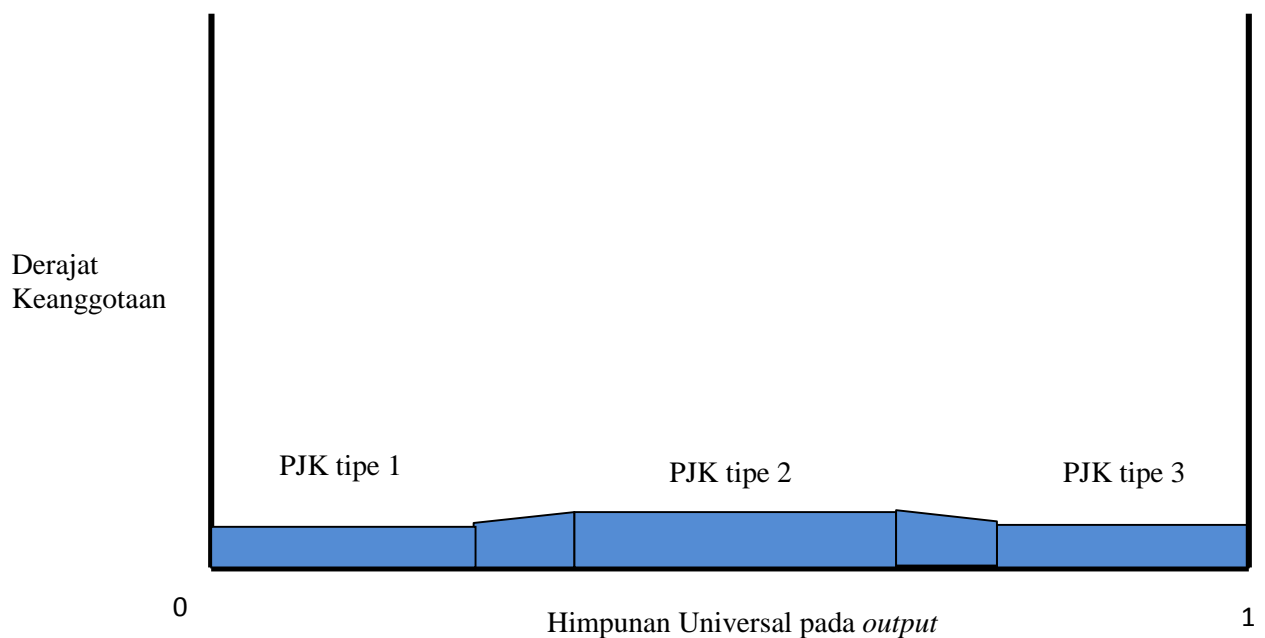
**Tabel 4.8 Komposisi Aturan Pasien 1**

| Rule | Hasil Implikasi | Diagnosa   |             |            |
|------|-----------------|------------|-------------|------------|
|      |                 | PJK tipe 1 | PJK tipe 2  | PJK tipe 3 |
| 1    | 0               |            |             | 0,00386592 |
| ...  | ...             |            |             |            |
| 19   | 0,000023131     |            |             |            |
| 20   | 0               |            | 0,338545063 |            |
| ...  | ...             |            |             |            |
| 50   | 0,001982312     |            |             |            |
| 51   | 0               | 0,00386592 |             |            |
| ...  | ...             |            |             |            |
| 70   | 6.0551E-05      |            |             |            |

Berdasarkan Tabel 4.6, rule 1-19 terdiagnosa PJK tipe 3, sedangkan rule 20-50 terdiagnosa PJK tipe 2, dan rule 51-70 terdiagnosa PJK tipe 3. Sehingga hasil komposisi aturan Max rule 1-19 terletak pada kolom PJK tipe 3, rule 20-50 terletak pada kolom PJK 2, dan rule 51-70 terletak pada kolom PJK tipe 1. Untuk Hasil komposisi aturan untuk pasien 1 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8 halaman 122.

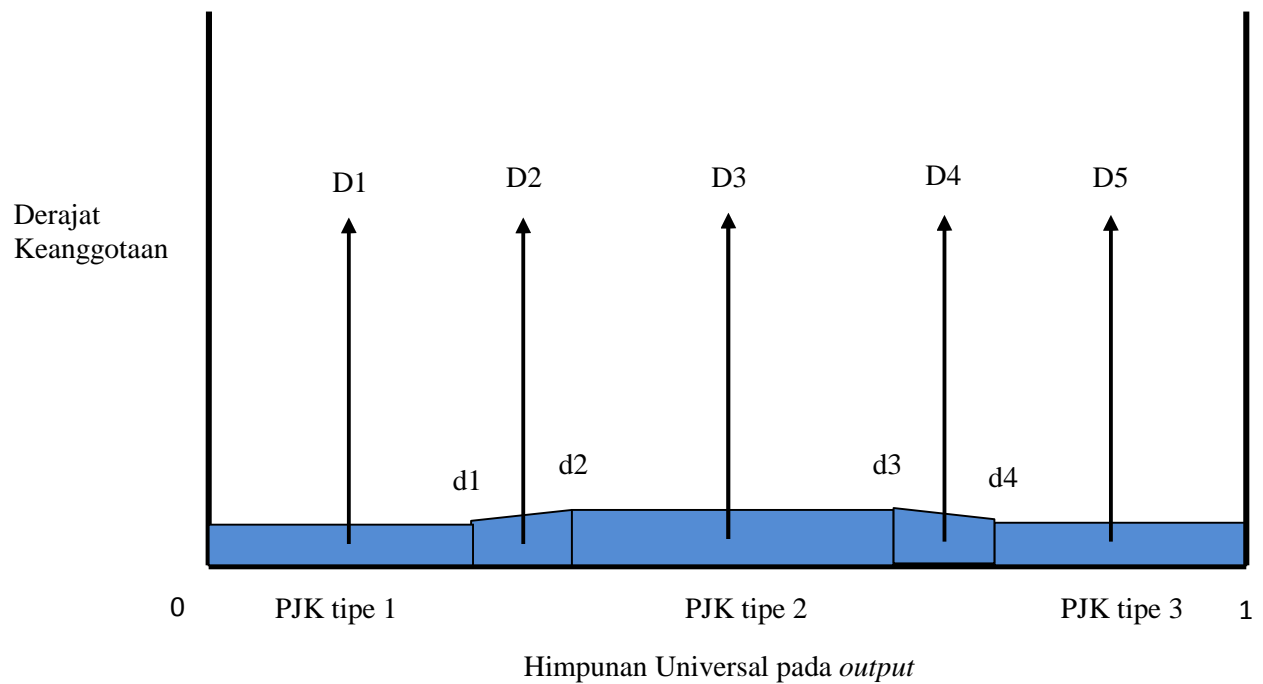
Berdasarkan Tabel 4.8 hasil komposisi aturan MAX yang diperoleh pada PJK tipe 2 adalah 0,338545063, nilai tersebut terletak pada aturan ke-

41. Hasil untuk PJK tipe 1 adalah 0,00386592 yang terletak pada aturan 13, 16 dan 17. Untuk PJK tipe 3 diperoleh hasil 0,00386592 yang terletak pada aturan 69. Berdasarkan Gambar 4.11 tentang grafik fungsi keanggotaan output, kemudian dilakukan komposisi aturan menggunakan komposisi Max akan menghasilkan Gambar 4.12 berikut:



**Gambar 4.12 Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1**

Berdasarkan Gambar 4.12 daerah hasil tersebut dibagi menjadi 5 bagian. Jika digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 4.2 Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1**

Terdapat perubahan beberapa fungsi pada grafik Gambar 4.13, sehingga akan dicari dengan cara sebagai berikut :

Nilai  $d_1$

$$0,00386592 = e^{-\frac{(0,5-d_1)^2}{2(0,0823)^2}}, \text{ karena terdapat pada PJK tipe 2}$$

$$\ln 0,00386592 = \ln e^{-\frac{(0,5-d_1)^2}{2(0,0823)^2}}$$

$$\ln 0,00386592 = -\frac{(0,5-d_1)^2}{2(0,0823)^2}$$

$$-(\ln 0,00386592 \times 2(0,0823)^2) = (0,5 - d_1)^2$$

$$d_1 = 0,5 - \sqrt{-(\ln 0,00386592 \times 2(0,0823)^2)}$$

$$d_1 = 0,2256666658$$

$$d_1 = 0,2256$$

Nilai  $d_2$

$$0,338545063 = e^{-\frac{(0,5-d_2)^2}{2(0,0823)^2}}, \text{ karena terdapat pada PJK tipe 2}$$

$$\ln 0,338545063 = \ln e^{-\frac{(0,5-d_2)^2}{2(0,0823)^2}}$$

$$\ln 0,338545063 = -\frac{(0,5-d_2)^2}{2(0,0823)^2}$$

$$-(\ln 0,338545063 \times 2(0,0823)^2) = (0,5-d_2)^2$$

$$d_2 = 0,5 - \sqrt{-(\ln 0,338545063 \times 2(0,0823)^2)}$$

$$d_2 = 0,3788708384$$

$$d_2 = 0,3789$$

Nilai  $d_3$

$$[0, d_2] = [d_3, 1], \text{ sehingga}$$

$$d_3 = 1 - d_2$$

$$= 1 - 0,3789$$

$$= 0,6211$$

Nilai  $d_4$

$$[0, d_1] = [d_4, 1] \text{ sehingga}$$

$$d_4 = 1 - d_1$$

$$= 1 - 0,2256 = 0,7744$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi aturan yang diperoleh dari 70 aturan untuk pasien 1 yaitu :

$$\mu(y) = \begin{cases} 0,00386592; & y \leq 0,2256 \text{ atau } y \geq 0,7744 \\ e^{-\frac{(0,5-y)^2}{2(0,0823)^2}}; & 0,2256 \leq y \leq 0,3789 \\ 0,338545063; & 0,3789 \leq y \leq 0,6211 \\ e^{-\frac{(0,5-y)^2}{2(0,0823)^2}}; & 0,6211 \leq y \leq 0,7744 \end{cases}$$

## 6. Melakukan Defuzzifikasi *Fuzzy*

*Output* yang dihasilkan dari proses inferensi *fuzzy* merupakan suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Defuzzifikasi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas pada *output*. Pada penelitian ini akan menggunakan metode defuzzifikasi *Centroid* dan metode defuzzifikasi MOM. Menurut (Wang Li-Xing, 1997:113), defuzzifikasi *centroid* lebih baik dibandingkan defuzzifikasi yang lainnya, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan defuzzifikasi *centroid* dan sebagai pembandingnya digunakan pula defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM).

### a. Metode Defuzzifikasi *Centroid*

Dalam penelitian ini akan digunakan metode *Centroid* untuk sampel pasien 1 dalam menentukan hasil diagnosa.

Diberikan rumus *Centroid* sebagai berikut :

$$y^* = \frac{\int_y y\mu(y) dy}{\int_y \mu(y) dy}.$$

Untuk memperoleh hasil defuzzifikasi, terlebih dahulu dihitung momen untuk setiap daerah. Momen untuk setiap daerah sebagai berikut :

Daerah  $D_1$  :

$$\begin{aligned} M1 &= \int_0^{0,2256} (0.00386592)ydy \\ &= 0.00009837869507 \end{aligned}$$

Daerah  $D_2$ :

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{0,2256}^{0.3789} \left( e^{-\frac{(0.5-y)^2}{2(0.0823)^2}} \right) ydy \\ &= 0,004968439474 \end{aligned}$$

Daerah  $D_3$ :

$$\begin{aligned} M3 &= \int_{0.3789}^{0,6211} (0,338545063)ydy \\ &= 0,04099780713 \end{aligned}$$

Daerah  $D_4$ :

$$\begin{aligned} M4 &= \int_{0,6211}^{0,7744} e^{-\frac{(0.5-y)^2}{2(0.0823)^2}} ydy \\ &= 0,009504730817 \end{aligned}$$

Daerah  $D_4$ :

$$\begin{aligned} M5 &= \int_{0,7744}^1 (0,00386592)ydy \\ &= 0,0007737728569 \end{aligned}$$

Luas setiap daerah hasil komposisi aturan pada pasien 1 yaitu :

$$D1 = 0,00386592 \times 0,2256$$

$$= 0,000872151552$$

$$D2 = \int_{0,2256}^{0,3789} \left( e^{-\frac{(0,5-y)^2}{2(0,0823)^2}} \right) dy$$

$$= 0,01447317029$$

$$D3 = 0,338545063 \times 0,2422$$

$$= 0,08199561426$$

$$D4 = \int_{0,6211}^{0,7744} e^{-\frac{(0,5-y)^2}{2(0,0823)^2}} dy$$

$$= 0,01447317029$$

$$D5 = 0,00386592 \times 0,2256$$

$$= 0,000872151552.$$

Titik pusat diperoleh dari :

$y^*$

$$= \frac{0,00009837869507 + 0,004968439474 + 0,04099780713 + 0,009504730817 + 0,0007737728569}{0,000872151552 + 0,01447317029 + 0,08199561426 + 0,01447317029 + 0,000872151552}$$

$$y^* \cong 0,4999999998$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil defuzzifikasi untuk pasien 1 adalah  $y^* \cong 0,499$ . Hasil defuzzifikasi tersebut selanjutnya disubstitusikan kedalam fungsi keanggotaan pada setiap *output*.

1. PJK tipe 1 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut

$$\mu_{PJKtipe1}(0,499) = e^{-\frac{(0,499-0)^2}{2(0,145)^2}} = 0,002681052657$$

2. PJK tipe 2 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut

$$\mu_{PJKtipe2}(0,499) = e^{-\frac{(0,499-0,5)^2}{2(0,0823)^2}} = 0,9999261834$$

3. PJK tipe 3 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut

$$\mu_{PJKtipe3}(0,499) = e^{-\frac{(0,499-1)^2}{2(0,155)^2}} = 0,005387110635$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa PJK tipe 2 memiliki derajat keanggotaan paling besar sehingga dapat disimpulkan bahwa pasien 1 terdiagnosa PJK tipe 2.

#### b. Metode Defuzifikasi MOM

Pada metode ini, solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Berdasarkan Gambar 4.14 yang berada pada domain [0,1], diperoleh nilai keanggotaan maksimum berada pada titik  $d_2$  dan  $d_3$ , dimana nilai  $d_2 = 0,3789$  dan nilai  $d_3 = 0,6211$ . Sehingga diperoleh nilai rata-rata untuk domain pasien 1 yaitu:

$$y * = \frac{d_2 + d_3}{2} = \frac{(0,3789 + 0,6211)}{2} = 0,5$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil defuzzifikasi untuk pasien 1 adalah  $y * \cong 0,5$ . Hasil defuzzifikasi tersebut selanjutnya disubstitusikan kedalam fungsi keanggotaan pada setiap *output*.

1. PJK tipe 1 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{PJKtipe1}(0,5) = e^{-\frac{(0,5-0)^2}{2(0,145)^2}} = 0,002618108391$$



2. PJK tipe 2 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{PJKtipe2}(0,5) = e^{-\frac{(0.5-0.5)^2}{2(0.0823)^2}} = 1$$

3. PJK tipe 3 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{PJKtipe3}(0,5) = e^{-\frac{(0.5-1)^2}{2(0.155)^2}} = 0,005500514575$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa PJK tipe 2 memiliki derajat keanggotaan paling besar sehingga dapat disimpulkan bahwa pasien 1 terdiagnosa PJK tipe 2.

## 7. Sistem Fuzzy Menggunakan Matlab

Untuk merancang sistem fuzzy menggunakan Matlab, maka digunakan *Fuzzy Logic Toolbox*. Pada penelitian ini digunakan MATLAB R2012b. Langkah-langkah membuat model fuzzy untuk diagnosa penyakit jantung koroner menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* terdapat pada lampiran 14 halaman 131

## B. Hasil Diagnosa

### 1. Perbandingan Hasil Diagnosa

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perbandingan hasil diagnosa yang diperoleh dalam penelitian dan hasil diagnosa menggunakan sistem fuzzy adalah:

**a. Hasil Diagnosa Data *Training***

1) Data *Training* dengan Defuzzifikasi *Centroid*

**Tabel 4.9 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* (Data *Training*)**

| No  | y*     | Diagnosa Sistem | Diagnosa Asli |
|-----|--------|-----------------|---------------|
| 1   | 0,5022 | PJK tipe 2      | PJK tipe 2    |
| ... | ...    | ...             | ...           |
| 70  | 0,8052 | PJK tipe 3      | PJK tipe 3    |

Data hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Centroid* untuk data *training* selengkapnya terdapat pada lampiran9 halaman 124.

2) Data *Training* dengan Defuzzifikasi MOM

**Tabel 4.10 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM(Data *Training*)**

| No  | y*     | Diagnosa Sistem | Diagnosa Asli |
|-----|--------|-----------------|---------------|
| 1   | 0,5000 | PJK tipe 2      | PJK tipe 2    |
| ... | ...    | ...             | ...           |
| 70  | 0,8450 | PJK tipe 3      | PJK tipe 3    |

Data hasil diagnosa dengan defuzzifikasi MOM untuk data *training* selengkapnya terdapat pada lampiran10 halaman 126.

**b. Hasil diagnosa Data *Testing***

1) Data *Testing* dengan Defuzzifikasi *Centroid*

**Tabel 4.11 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* (Data *Testing*)**

| No  | y*     | Diagnosa Sistem | Diagnosa Asli |
|-----|--------|-----------------|---------------|
| 1   | 0,5236 | PJK tipe 2      | PJK tipe 2    |
| ... | ...    | ...             | ...           |
| 20  | 0,8532 | PJK tipe 3      | PJK tipe 3    |

Data hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Centroid* untuk data *testing* selengkapnya terdapat pada lampiran 11 halaman 128.

## 2) Data *Testing* dengan Defuzzifikasi MOM

**Tabel 4.12 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM (Data *Testing*)**

| No  | y*   | Diagnosa Sistem | Diagnosa Asli |
|-----|------|-----------------|---------------|
| 1   | 0,5  | PJK tipe 2      | PJK tipe 2    |
| ... | ...  | ...             | ...           |
| 20  | 0,91 | PJK tipe 3      | PJK tipe 3    |

Data hasil diagnosa dengan defuzzifikasi MOM untuk data *testing* selengkapnya terdapat pada lampiran 12 halaman 129.

## 2. Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan dilihat dari hasil perbandingan yang telah dilakukan sebelumnya.

### a. Tingkat Keberhasilan pada Data *Training*

Berikut hasil perbandingan antara diagnosa asli dengan diagnosa menggunakan sistem *fuzzy* :

#### 1) Metode Defuzifikasi *Centroid*

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Centroid*

$$Accuracy = \frac{69}{70} \times 100\% = 98,5\%.$$

#### 2) Metode Defuzifikasi MOM

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi MOM diperoleh sebagai berikut

$$Accuracy = \frac{69}{70} \times 100\% = 98,5\%.$$

#### **b. Tingkat Keberhasilan pada Data *Testing***

Berikut hasil perbandingan antara diagnosa asli dengan diagnosa menggunakan sistem *fuzzy* :

##### 1) Metode Defuzifikasi *Centroid*

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Centroid* diperoleh sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{19}{20} \times 100\% = 95\%.$$

##### 2) Metode Defuzifikasi MOM

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi MOM diperoleh sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%.$$

Berdasarkan hasil keakurasian antara defuzzifikasi *centroid* dan defuzzifikasi MOM menunjukkna bahwa metode defuzzifikasi *centroid* lebih baik dibandingkan model defuzzifikasi MOM untuk digunakan pada model diagnosa penyakit jantung koroner. Jadi tingkat kebenaran sistem dalam mendiagnosa PJK seorang pasien untuk metode *centroid* sebesar 95%.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Penelitian tentang aplikasi sistem *fuzzy* dalam diagnosa penyakit jantung koroner ini diawali dengan membagi data yang diperoleh menjadi 2 yaitu data *training* dan data *testing* yang masing-masing berjumlah 70 data dan 20 data. *Input* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 11 *input* yang terdiri dari jenis kelamin, usia, denyut nadi, tekanan darah sistolik, kolesterol, gula darah sewaktu, trigliserida, elektrokardiogram, nyeri dada, sesak nafas, dan batuk. Hasil *output* merupakan hasil diagnosa penyakit jantung koroner yaitu PJK tipe 1, PJK tipe 2, dan PJK tipe 3. Dari 11 *input* tersebut selanjutnya dicari aturan *fuzzy* dari data *training* sehingga diperoleh 70 aturan *fuzzy*. Sistem yang digunakan adalah sistem Mamdani dengan pendekatan fungsi Gauss dan menggunakan metode defuzzifikasi *centroid* dan *Mean of Maximum* (MOM). Hasil *output* pada masing-masing metode dibandingkan dengan hasil diagnosa asli. Hasil tersebut digunakan untuk menghitung tingkat akurasi model *fuzzy* untuk masing-masing metode defuzzifikasi yang telah digunakan.

Pada penelitian ini diperoleh tingkat keakuratan untuk data *training* menggunakan defuzzifikasi *centroid* sebesar 98,5%, untuk data *training* menggunakan defuzzifikasi MOM sebesar 98,5%. Sedangkan untuk data *testing* menggunakan defuzzifikasi *centroid* diperoleh akurasi sebesar 95% dan akurasi untuk data *testing* menggunakan defuzzifikasi MOM sebesar

90%. Berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh pada masing-masing metode dapat diperoleh bahwa sistem *fuzzy* dengan metode defuzzifikasi *centroid* lebih baik daripada sistem *fuzzy* dengan defuzzifikasi MOM untuk diagnosa penyakit jantung koroner. Jadi, tingkat kebenaran sistem dalam mendiagnosa PJK seorang pasien untuk metode *centroid* sebesar 95%.

## **B. Saran**

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dokter dalam mendiagnosa penyakit jantung koroner, serta memberikan informasi kepada masyarakat tentang penyakit jantung koroner sehingga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kesehatan terutama jantung. Untuk meningkatkan keakuratan sistem *fuzzy* dalam diagnosa penyakit jantung koroner perlu diteliti lagi tentang:

1. Menambah variabel *input* yang belum ada dalam penelitian ini seperti: merokok, *old peak*, *Thalium Scan*, puasa, latihan, dll
2. Memperbanyak jumlah data baik data *testing* maupun data *training*.
3. Menggunakan sistem inferensi yang lain seperti Sugeno dan Tsukamoto.
4. Menggunakan defuzzifikasi yang lain seperti metode bisector.
5. Menggunakan *input* data berupa gambar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Naba. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Ali Adeli, Mehdi Nehsat. (2010). A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosis. *International Journal of Engineering and Computer Scientists* (Nomor 5). Hlm 8.
- Bustan, M.N.(2000). *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Gray Huon H, dkk. (2002). *Lecture Notes Kardiologi Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Ibrahim, Ahmad M. (2004). *Fuzzy Logic for Embedded System Application*. USA: Elsevier.
- Klir, G.J., & Bo Yuan (1995). *Fuzzy Set and Fuzzy Logic Theory and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kumar, Senthil. (2013). Diagnosis of Heart Disease Using Advanced Fuzzy Resolution Mechanism. *International Journal of Science and Applied Information Technology (IJSAIT)* (Nomor 2). Hlm. 22-30.
- Klir, G.J. & Bo Yuan. (1997). *Fuzzy Set Theory Foundations and Application*. New Jersey : Prentice Hall P T R.
- Labarthe Darwin R.. (2011). *Epidemiology and Prevention of Cardiovascular Disease: A Global Challenge Second Edition*. United Kingdom: Jones and Bartlett Publishers International.
- Manisha Barman & J Pal Choudhury. (2012). A Fuzzy Rule Base System for the Diagnosis of Heart Disease. *International Journal of Computer Applications* (Nomor 7). Hlm 46.
- Notoatmodjo S.(2007). *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Persi Pamela I., Gayathri P, N. Jaisankar (2013). A Fuzzy Technique for the Prediction of Coronary Heart Disease Using Decision Tree. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)* (Nomor 3). Hlm 2506.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sanjeev Kumar dan Gursimrajeet Kaur (2013).Detection of Heart Disease using Fuzzy Logic. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* (Nomor 21). Hlm. 2694.

- Soehardo Kertohoesodo. (1982). *Memelihara Jantung Sehat dan Menjaga Jantung Sakit*. Jakarta: Citra Budaya & CV. Karya Pembina Bangsa.
- Soeharto, I.(2004). *Serangan Jantung dan Stroke*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sri Kusumadewi & Hari Purnomo. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Edisi untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyono, S. (2004). *Patofisiologi Diabetes Meliitus*. Jakarta: FK UI.
- Wang, Li-Xing. (1997). *A Course in Fuzzy Syatems and Control*. New Jersey: Prentice Hall P T R.
- WHO. (2013). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. Diakses dari <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>. Pada tanggal 18 Maret 2014, Jam 8.19 WIB.



# LAMPIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
Karangmalang Yogyakarta 55281, Telp 586168, Pesawat 217, 218, 219

Nomor : 299/UN.34.13/PG/2014  
Lamp :  
Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth. Direktur Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta

di Yogyakarta

Dengan hormat,  
Mohon dapat diijinkan bagi mahasiswa kami :

Nama : Rakhmatika Sri Wardhani  
NIM : 10305144046  
Prodi : Matematika  
Fakultas : MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk melakukan kegiatan penelitian di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta guna memperoleh data yang diperlukan sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir Skripsi dengan judul 'Aplikasi Model *Fuzzy* untuk Klasifikasi Penyakit Jantung'.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 24 Januari 2014  
Wakil Dekan I,  
  
DR. SUYANTA  
NIP. 19660508 199203 1 002

Tembusan Yth.:

1. Dr. Agus Maman Abadi
2. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika
3. Peneliti ybs.
4. Arsip.



# RS PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 20 Yogyakarta 55122

Telp. (0274) 512653 Fax. (0274) 566129, IGD : (0274) 370262, E-mail : pkujogja@yahoo.co.id

UNIT II : Jl. Wates Km. 5.5 Gamping, Sleman, Yogyakarta 55294

Telp. (0274) 6499704, Fax : (0274) 6499727 IGD : (0274) 6499118 E-mail : pkujogja@yahoo.co.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

10 Rabiulakhir 1435 H / 10 Februari 2014

Nomor : 0437 /PI.24.2/II/2014

Hal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.

Dekan FMIPA UNY

Karang malang Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Memperhatikan surat Saudara Nomor : 299/UN.34.13/PG/2014 tanggal 24 Januari 2014 tentang permohonan Penelitian bagi:

Nama : Rakhmatika Sri Wardhani

NIM : 10305144046

Judul Penelitian : Aplikasi Model Fuzzy Untuk Klasifikasi Penyakit Jantung

Bersama ini disampaikan bahwa pada prinsipnya, kami dapat mengabulkan permohonan tersebut dengan ketentuan :

1. Bersedia mentaati peraturan yang berlaku di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bersedia mengganti barang yang dirusakkan selama menjalankan Penelitian..
3. Bersedia menyerahkan pas foto 2 x 3 sebanyak 2 lembar untuk arsip dan tanda pengenalan.
4. Bersedia memberikan biaya administrasi sebesar Rp. 350.000,- ( tiga ratus lima puluh ribu rupiah ) berlaku untuk kurun waktu 6 (enam) bulan dan diselesaikan sebelum pelaksanaan.
5. Pembayaran dilakukan di bagian Keuangan pada jam kerja ( 08.00 – 14.00 WIB )
6. Setelah selesai pengambilan data penelitian di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, peneliti wajib melapor ke Diklat dengan membawa hasil penelitian yang belum diujikan untuk dikoreksi dan dibuatkan surat keterangan selesai penelitian.
7. Peneliti wajib menyerahkan hasil penelitian yang telah diujikan dan disahkan kepada RS PKU Muh. Yk. melalui Diklat dan menyerahkan Abstrak dan hasil penelitian kepada rumah sakit.

#### Catatan:

1. Sebelum melaksanakan penelitian kepada yang bersangkutan diminta menghadap Supervisor Diklat ( Hj. Sriyati. S.Kep.Ns )
2. Selama melakukan Penelitian berkonsultasi dengan Pembimbing dari rumah sakit, yaitu :  
- **Adi Sumartono, AMd**

Jika ketentuan-ketentuan diatas tidak dapat dipenuhi maka dengan terpaksa kami akan meninjau ulang kerjasama dengan institusi bersangkutan untuk waktu-waktu selanjutnya.

Demikian, untuk menjadikan maklum

Wassalamu alaikum wr.wb.

Direktur Utama

Dr. H. Joko Murdiyanto, Sp.An

NBM. 867919

Tembusan:

1. Supervisor Perbendaharaan
2. Supervisor Diklat
3. Pembimbing yang bersangkutan
4. Peneliti yang bersangkutan (Rakhmatika Sri Wardhani )
5. Arsip

**Lampiran 3 Data Training Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta**

| Pasien | A | B  | C   | D   | E   | F   | G   | H                 | I     | J     | K     | Diagnosa   |
|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 1      | p | 68 | 81  | 140 | 140 | 255 | 143 | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 2      | p | 73 | 89  | 120 | 143 | 560 | 190 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 3      | p | 89 | 93  | 117 | 135 | 214 | 289 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 4      | p | 70 | 100 | 140 | 164 | 400 | 267 | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 5      | p | 64 | 98  | 180 | 162 | 176 | 309 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 6      | p | 70 | 116 | 230 | 215 | 157 | 129 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 7      | l | 66 | 89  | 150 | 154 | 267 | 122 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 8      | l | 90 | 80  | 136 | 144 | 156 | 222 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 9      | p | 74 | 100 | 148 | 135 | 315 | 370 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 10     | p | 59 | 100 | 120 | 252 | 487 | 241 | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 11     | l | 61 | 90  | 150 | 89  | 500 | 67  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 12     | l | 64 | 100 | 130 | 105 | 208 | 240 | Deviasi           | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe   |

|    |   |    |     |     |     |     |     |                      |       |       |       |               |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-------|-------|-------|---------------|
|    |   |    |     |     |     |     |     | Segmen ST            |       |       |       | 2             |
| 13 | p | 40 | 90  | 120 | 139 | 71  | 110 | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 14 | p | 54 | 100 | 140 | 300 | 212 | 70  | Depresi segmen<br>ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>1 |
| 15 | l | 64 | 90  | 190 | 162 | 262 | 60  | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 16 | l | 58 | 105 | 163 | 82  | 163 | 102 | Deviasi<br>Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 17 | p | 62 | 89  | 140 | 184 | 570 | 100 | Depresi segmen<br>ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 18 | p | 60 | 100 | 139 | 400 | 490 | 231 | Depresi segmen<br>ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe<br>1 |
| 19 | l | 70 | 99  | 130 | 171 | 222 | 85  | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 20 | p | 62 | 100 | 110 | 200 | 540 | 223 | Depresi segmen<br>ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>1 |
| 21 | l | 76 | 70  | 150 | 386 | 125 | 450 | Elevasi Segmen<br>ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>3 |
| 22 | l | 71 | 70  | 140 | 256 | 145 | 200 | Depresi segmen<br>ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe<br>1 |
| 23 | l | 43 | 106 | 139 | 232 | 178 | 100 | Elevasi Segmen<br>ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |
| 24 | p | 78 | 95  | 144 | 232 | 343 | 290 | Elevasi Segmen<br>ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |
| 25 | p | 78 | 100 | 142 | 200 | 178 | 310 | Elevasi Segmen<br>ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |

|    |   |    |     |     |     |     |     |                   |       |       |       |            |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 26 | l | 52 | 60  | 170 | 231 | 341 | 520 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 27 | l | 52 | 80  | 110 | 245 | 478 | 120 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 28 | l | 49 | 102 | 180 | 198 | 470 | 100 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 29 | l | 90 | 75  | 140 | 94  | 143 | 190 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 30 | l | 62 | 80  | 185 | 129 | 116 | 252 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 31 | l | 78 | 110 | 154 | 148 | 223 | 67  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 32 | p | 66 | 80  | 120 | 200 | 578 | 97  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 33 | p | 73 | 80  | 219 | 143 | 120 | 157 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 34 | l | 45 | 96  | 137 | 350 | 327 | 480 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 35 | p | 57 | 90  | 112 | 230 | 80  | 80  | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 36 | p | 49 | 112 | 120 | 212 | 150 | 85  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Ya    | PJK tipe 2 |
| 37 | l | 67 | 85  | 110 | 300 | 343 | 310 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 38 | p | 82 | 93  | 155 | 267 | 164 | 121 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 39 | p | 72 | 123 | 184 | 93  | 375 | 112 | Depresi segmen    | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe   |

|    |   |    |     |     |     |     |     |                   |       |       |       |            |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|-------|-------|------------|
|    |   |    |     |     |     |     |     | ST                |       |       |       | 2          |
| 40 | l | 76 | 90  | 130 | 174 | 81  | 60  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 41 | p | 72 | 120 | 150 | 81  | 55  | 57  | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 42 | l | 58 | 62  | 129 | 110 | 124 | 55  | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 43 | l | 62 | 98  | 140 | 150 | 143 | 86  | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 44 | p | 73 | 102 | 180 | 169 | 456 | 104 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 45 | p | 69 | 98  | 140 | 367 | 160 | 90  | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 46 | p | 69 | 80  | 130 | 500 | 406 | 90  | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 47 | p | 79 | 80  | 130 | 277 | 143 | 102 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 48 | l | 50 | 80  | 100 | 125 | 165 | 560 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 49 | l | 72 | 90  | 100 | 285 | 126 | 64  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 50 | l | 73 | 74  | 140 | 107 | 453 | 580 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 51 | l | 71 | 80  | 140 | 210 | 223 | 112 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 52 | p | 42 | 86  | 100 | 278 | 245 | 113 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |

|    |   |    |     |     |     |     |     |                   |       |       |       |            |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 53 | p | 62 | 89  | 170 | 180 | 245 | 50  | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 54 | p | 78 | 95  | 170 | 477 | 534 | 102 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 55 | l | 74 | 96  | 129 | 386 | 170 | 66  | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 56 | p | 44 | 90  | 110 | 390 | 90  | 110 | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 57 | p | 59 | 90  | 100 | 96  | 456 | 330 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 58 | l | 74 | 78  | 100 | 342 | 378 | 112 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 59 | p | 65 | 77  | 133 | 180 | 163 | 80  | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 60 | p | 71 | 92  | 161 | 181 | 167 | 51  | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 61 | p | 65 | 107 | 161 | 181 | 564 | 51  | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 62 | p | 84 | 58  | 190 | 253 | 341 | 551 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 63 | l | 78 | 83  | 150 | 196 | 112 | 339 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 64 | l | 46 | 120 | 200 | 151 | 381 | 480 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 65 | p | 88 | 91  | 220 | 130 | 254 | 89  | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 66 | l | 60 | 83  | 140 | 133 | 154 | 97  | Depresi segmen    | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe   |



|    |   |    |     |     |     |     |     |                      |    |       |       |               |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|----|-------|-------|---------------|
|    |   |    |     |     |     |     |     | ST                   |    |       |       | 1             |
| 67 | l | 57 | 79  | 110 | 125 | 186 | 112 | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 68 | p | 45 | 120 | 115 | 300 | 255 | 210 | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 69 | l | 54 | 52  | 233 | 267 | 307 | 261 | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Tidak | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 70 | l | 76 | 97  | 200 | 390 | 303 | 400 | Elevasi Segmen<br>ST | Ya | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |

**Lampiran 4 Data Testing Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta**

| Pasien | A | B  | C   | D   | E   | F   | G   | H                 | I     | J     | K     | Diagnosa   |
|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 1      | l | 80 | 95  | 135 | 180 | 85  | 65  | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 2      | l | 70 | 80  | 145 | 250 | 145 | 210 | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 3      | p | 42 | 94  | 119 | 140 | 75  | 110 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 4      | l | 55 | 78  | 90  | 181 | 314 | 99  | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 5      | l | 55 | 78  | 142 | 140 | 147 | 172 | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 6      | l | 89 | 73  | 144 | 90  | 145 | 190 | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 7      | p | 74 | 80  | 199 | 132 | 156 | 98  | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 8      | l | 83 | 64  | 120 | 135 | 85  | 115 | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 9      | l | 60 | 100 | 140 | 122 | 500 | 325 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 10     | p | 72 | 115 | 235 | 210 | 150 | 129 | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 11     | p | 70 | 80  | 120 | 144 | 550 | 190 | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 12     | p | 73 | 90  | 120 | 169 | 174 | 104 | Depresi           | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe   |

|    |   |    |     |     |     |     |     |                      |       |       |       |               |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-------|-------|-------|---------------|
|    |   |    |     |     |     |     |     | segmen ST            |       |       |       | 2             |
| 13 | l | 45 | 115 | 220 | 156 | 390 | 480 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>3 |
| 14 | l | 60 | 89  | 150 | 154 | 267 | 122 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>3 |
| 15 | p | 80 | 111 | 143 | 212 | 178 | 312 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |
| 16 | l | 43 | 106 | 130 | 231 | 178 | 112 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |
| 17 | l | 44 | 53  | 164 | 75  | 110 | 169 | Deviasi<br>Segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 18 | l | 50 | 59  | 172 | 230 | 339 | 520 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>3 |
| 19 | l | 55 | 103 | 160 | 245 | 136 | 453 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>3 |
| 20 | l | 75 | 90  | 212 | 392 | 305 | 400 | Elevasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>3 |

**Lampiran 5 Himpunan Fuzzy Data Training**

| No | A         | B          | C      | D             | E      | F             | G      | H                 | I     | J     | K     | Diagnosa   |
|----|-----------|------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 1  | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah | Tinggi        | Normal | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 2  | Perempuan | Tua        | Normal | Normal        | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 3  | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Normal        | Rendah | Tinggi        | Tinggi | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 4  | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Normal | Tinggi        | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 5  | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah | Normal        | Tinggi | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 6  | Perempuan | Tua        | Tinggi | Sangat Tinggi | Normal | Normal        | Normal | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 7  | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah | Tinggi        | Normal | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 8  | Laki-laki | Sangat Tua | Normal | Tinggi        | Rendah | Normal        | Tinggi | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 9  | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah | Tinggi        | Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 10 | Perempuan | Agak Tua   | Tinggi | Normal        | Tinggi | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 11 | Laki-laki | Agak Tua   | Normal | Tinggi        | Rendah | Sangat Tinggi | Rendah | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 12 | Laki-laki | Tua        | Tinggi | Normal        | Rendah | Tinggi        | Tinggi | Deviasi           | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |

|    |           |          |        |               |               |               |               | Segmen ST         |       |       | k     |            |
|----|-----------|----------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 13 | Perempuan | Muda     | Normal | Normal        | Rendah        | Rendah        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 14 | Perempuan | Agak Tua | Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Rendah        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 15 | Laki-laki | Tua      | Normal | Sangat Tinggi | Rendah        | Tinggi        | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 16 | Laki-laki | Agak Tua | Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 17 | Perempuan | Tua      | Normal | Tinggi        | Normal        | Sangat Tinggi | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 18 | Perempuan | Agak Tua | Tinggi | Tinggi        | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Tinggi        | Depresi segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 19 | Laki-laki | Tua      | Normal | Normal        | Normal        | Tinggi        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 20 | Perempuan | Tua      | Tinggi | Normal        | Normal        | Sangat Tinggi | Tinggi        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 21 | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Normal        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 22 | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 23 | Laki-laki | Muda     | Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 24 | Perempuan | Tua      | Normal | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 25 | Perempuan | Tua      | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |

|    |           |            |        |               |               |               |               |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 26 | Laki-laki | Agak Tua   | Rendah | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 27 | Laki-laki | Agak Tua   | Normal | Normal        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 28 | Laki-laki | Agak Tua   | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 29 | Laki-laki | Sangat Tua | Normal | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Tinggi        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 30 | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 31 | Laki-laki | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Tinggi        | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 32 | Perempuan | Tua        | Normal | Normal        | Normal        | Sangat Tinggi | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 33 | Perempuan | Tua        | Normal | Sangat Tinggi | Rendah        | Normal        | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 34 | Laki-laki | Muda       | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 35 | Perempuan | Agak Tua   | Normal | Normal        | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 36 | Perempuan | Agak Tua   | Tinggi | Normal        | Normal        | Normal        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Ya    | PJK tipe 2 |
| 37 | Laki-laki | Tua        | Normal | Normal        | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 38 | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Tinggi        | Tinggi        | Normal        | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 39 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Tinggi        | Normal        | Depresi           | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |

|    |           |          |        |        |               |        |               | segmen ST         |       |       | k     |            |
|----|-----------|----------|--------|--------|---------------|--------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 40 | Laki-laki | Tua      | Normal | Normal | Normal        | Rendah | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 41 | Perempuan | Tua      | Tinggi | Tinggi | Rendah        | Rendah | Rendah        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 42 | Laki-laki | Agak Tua | Rendah | Normal | Rendah        | Normal | Rendah        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 43 | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi | Rendah        | Normal | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 44 | Perempuan | Tua      | Tinggi | Tinggi | Normal        | Tinggi | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 45 | Perempuan | Tua      | Normal | Tinggi | Sangat Tinggi | Normal | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 46 | Perempuan | Tua      | Normal | Normal | Sangat Tinggi | Tinggi | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 47 | Perempuan | Tua      | Normal | Normal | Tinggi        | Normal | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 48 | Laki-laki | Agak Tua | Normal | Normal | Rendah        | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 49 | Laki-laki | Tua      | Normal | Normal | Tinggi        | Normal | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 50 | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi | Rendah        | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 51 | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi | Normal        | Tinggi | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 52 | Perempuan | Muda     | Normal | Normal | Tinggi        | Tinggi | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |

|    |           |            |        |               |               |               |               |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 53 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Rendah        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 54 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 55 | Laki-laki | Tua        | Normal | Normal        | Sangat Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 56 | Perempuan | Muda       | Normal | Normal        | Sangat Tinggi | Normal        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 57 | Perempuan | Agak Tua   | Normal | Normal        | Rendah        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 58 | Laki-laki | Tua        | Normal | Normal        | Sangat Tinggi | Tinggi        | Normal        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 59 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal        | Normal        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 60 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Rendah        | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 61 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Sangat Tinggi | Rendah        | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 62 | Perempuan | Sangat Tua | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 63 | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal        | Normal        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 64 | Laki-laki | Agak Tua   | Tinggi | Sangat Tinggi | Rendah        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 65 | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Sangat Tinggi | Rendah        | Tinggi        | Normal        | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 66 | Laki-laki | Agak       | Normal | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Normal        | Depresi           | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |



|    |           |             |        |                  |                  |        |        |                      |    |           |           |            |
|----|-----------|-------------|--------|------------------|------------------|--------|--------|----------------------|----|-----------|-----------|------------|
|    |           | Tua         |        |                  |                  |        |        | segmen ST            |    |           | k         |            |
| 67 | Laki-laki | Agak<br>Tua | Normal | Normal           | Rendah           | Tinggi | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Ya        | Tida<br>k | PJK tipe 2 |
| 68 | Perempuan | Muda        | Tinggi | Normal           | Tinggi           | Tinggi | Tinggi | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Ya        | Ya        | PJK tipe 2 |
| 69 | Laki-laki | Agak<br>Tua | Rendah | Sangat<br>Tinggi | Tinggi           | Tinggi | Tinggi | Deviasi<br>Segmen ST | Ya | Tida<br>k | Tida<br>k | PJK tipe 2 |
| 70 | Laki-laki | Tua         | Normal | Sangat<br>Tinggi | Sangat<br>Tinggi | Tinggi | Tinggi | Elevasi<br>Segmen ST | Ya | Ya        | Ya        | PJK tipe 3 |

**Lampiran 6 Aturan Fuzzy Setelah Diurutkan**

| Rule | A         | B        | C      | D             | E             | F      | G             | H                 | I  | J  | K     | Diagnosa   |
|------|-----------|----------|--------|---------------|---------------|--------|---------------|-------------------|----|----|-------|------------|
| 1    | Laki-laki | Muda     | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 2    | Laki-laki | Muda     | Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Ya    | PJK tipe 3 |
| 3    | Laki-laki | Agak Tua | Rendah | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 4    | Laki-laki | Agak Tua | Normal | Normal        | Rendah        | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Ya    | PJK tipe 3 |
| 5    | Laki-laki | Agak Tua | Tinggi | Sangat Tinggi | Rendah        | Tinggi | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 6    | Laki-laki | Tua      | Normal | Normal        | Tinggi        | Tinggi | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 7    | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Rendah        | Normal | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 8    | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Rendah        | Tinggi | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 9    | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Rendah        | Tinggi | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Ya    | PJK tipe 3 |
| 10   | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Normal        | Normal | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |
| 11   | Laki-laki | Tua      | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Normal | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya | Ya | Tidak | PJK tipe 3 |

|    |           |            |        |               |               |               |               |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 12 | Laki-laki | Tua        | Normal | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 13 | Perempuan | Agak Tua   | Normal | Normal        | Rendah        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 14 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 15 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 16 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 17 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Tinggi        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 3 |
| 18 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Sangat Tinggi | Normal        | Normal        | Normal        | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 19 | Perempuan | Sangat Tua | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Elevasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 3 |
| 20 | Laki-laki | Agak Tua   | Rendah | Sangat Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Tinggi        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 21 | Laki-laki | Agak Tua   | Normal | Tinggi        | Rendah        | Sangat Tinggi | Rendah        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 22 | Laki-laki | Agak Tua   | Normal | Normal        | Rendah        | Tinggi        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 23 | Laki-laki | Agak Tua   | Normal | Normal        | Tinggi        | Sangat Tinggi | Normal        | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 24 | Laki-laki | Agak Tua   | Tinggi | Tinggi        | Rendah        | Normal        | Normal        | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 25 | Laki-laki | Agak       | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Tinggi        | Normal        | Deviasi           | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe   |

|    |           |               |        |                  |                  |                  |        |                      |       |       |       |               |
|----|-----------|---------------|--------|------------------|------------------|------------------|--------|----------------------|-------|-------|-------|---------------|
|    |           | Tua           |        |                  |                  |                  |        | Segmen ST            |       |       |       | 2             |
| 26 | Laki-laki | Tua           | Normal | Normal           | Normal           | Rendah           | Rendah | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 27 | Laki-laki | Tua           | Normal | Normal           | Normal           | Tinggi           | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 28 | Laki-laki | Tua           | Normal | Normal           | Tinggi           | Normal           | Rendah | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 29 | Laki-laki | Tua           | Normal | Normal           | Sangat<br>Tinggi | Tinggi           | Rendah | Deviasi<br>Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 30 | Laki-laki | Tua           | Normal | Sangat<br>Tinggi | Rendah           | Tinggi           | Rendah | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 31 | Laki-laki | Tua           | Tinggi | Tinggi           | Rendah           | Tinggi           | Rendah | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 32 | Laki-laki | Tua           | Tinggi | Normal           | Rendah           | Tinggi           | Tinggi | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 33 | Laki-laki | Sangat<br>Tua | Normal | Tinggi           | Rendah           | Normal           | Tinggi | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 34 | Perempuan | Muda          | Normal | Normal           | Rendah           | Rendah           | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 35 | Perempuan | Muda          | Tinggi | Normal           | Tinggi           | Tinggi           | Tinggi | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 36 | Perempuan | Muda          | Normal | Normal           | Sangat<br>Tinggi | Normal           | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |
| 37 | Perempuan | Agak<br>Tua   | Tinggi | Normal           | Normal           | Normal           | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Tidak | Ya    | PJK tipe<br>2 |
| 38 | Perempuan | Tua           | Normal | Normal           | Normal           | Sangat<br>Tinggi | Normal | Deviasi<br>Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe<br>2 |

|    |           |            |        |               |        |               |        |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 39 | Perempuan | Tua        | Normal | Normal        | Tinggi | Normal        | Normal | Deviasi Segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 40 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah | Normal        | Tinggi | Deviasi Segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 2 |
| 41 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Rendah | Tinggi        | Normal | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 42 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal | Normal        | Normal | Deviasi Segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 43 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal | Tinggi        | Rendah | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 44 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi        | Normal | Sangat Tinggi | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 45 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Normal | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 46 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 47 | Perempuan | Tua        | Tinggi | Tinggi        | Rendah | Rendah        | Rendah | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 48 | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Normal        | Rendah | Tinggi        | Tinggi | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 49 | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Tinggi        | Tinggi | Normal        | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 2 |
| 50 | Perempuan | Sangat Tua | Normal | Sangat Tinggi | Rendah | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 2 |
| 51 | Laki-laki | Agak Tua   | Rendah | Normal        | Rendah | Normal        | Rendah | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 52 | Laki-laki | Agak       | Normal | Tinggi        | Rendah | Normal        | Normal | Depresi           | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe   |

|    |           |            |        |        |               |               |        |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|------------|--------|--------|---------------|---------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
|    |           | Tua        |        |        |               |               |        | segmen ST         |       |       |       | 1          |
| 53 | Laki-laki | Tua        | Normal | Normal | Sangat Tinggi | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 54 | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi | Tinggi        | Normal        | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 55 | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi | Rendah        | Normal        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 56 | Laki-laki | Tua        | Normal | Tinggi | Normal        | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 57 | Laki-laki | Sangat Tua | Normal | Tinggi | Rendah        | Normal        | Tinggi | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 58 | Perempuan | Muda       | Normal | Normal | Tinggi        | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 59 | Perempuan | Agak Tua   | Normal | Normal | Tinggi        | Rendah        | Normal | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 60 | Perempuan | Agak Tua   | Tinggi | Tinggi | Tinggi        | Tinggi        | Rendah | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 61 | Perempuan | Agak Tua   | Tinggi | Tinggi | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Ya    | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 62 | Perempuan | Agak Tua   | Tinggi | Normal | Tinggi        | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 63 | Perempuan | Tua        | Normal | Normal | Sangat Tinggi | Tinggi        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Ya    | PJK tipe 1 |
| 64 | Perempuan | Tua        | Normal | Normal | Rendah        | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 65 | Perempuan | Tua        | Normal | Tinggi | Sangat Tinggi | Normal        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |

|    |           |     |        |               |        |               |        |                   |       |       |       |            |
|----|-----------|-----|--------|---------------|--------|---------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| 66 | Perempuan | Tua | Normal | Tinggi        | Normal | Tinggi        | Rendah | Depresi segmen ST | Ya    | Ya    | Ya    | PJK tipe 1 |
| 67 | Perempuan | Tua | Normal | Sangat Tinggi | Rendah | Normal        | Normal | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 68 | Perempuan | Tua | Tinggi | Normal        | Normal | Sangat Tinggi | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Ya    | Tidak | PJK tipe 1 |
| 69 | Perempuan | Tua | Tinggi | Tinggi        | Normal | Tinggi        | Tinggi | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |
| 70 | Perempuan | Tua | Tinggi | Tinggi        | Normal | Sangat Tinggi | Rendah | Depresi segmen ST | Tidak | Tidak | Tidak | PJK tipe 1 |

**Lampiran 7 Hasil Implikasi Pasien 1**

| Rule | A | B            | C            | D            | E              | F            | G            | H            | I              | J | K        | Hasil Implikasi |
|------|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---|----------|-----------------|
| 1    | 0 | 0,0005<br>27 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 6,16E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 2    | 0 | 0,0005<br>27 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 1        | 0               |
| 3    | 0 | 0,0874       | 0,00012<br>5 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 4    | 0 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 1        | 0               |
| 5    | 0 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,00198<br>2 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 6    | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 7    | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 8    | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 9    | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 1        | 0               |
| 10   | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 11   | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 6,16E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1 | 0,003866 | 0               |
| 12   | 0 | 0,9575       | 0,99309      | 0,00198      | 6,16E-         | 0,3385       | 0,21274      | 0,04393      | 0,003865       | 1 | 1        | 0               |



|    |   |              |              |              |                |              |              |              |                |              |          |                 |
|----|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------|-----------------|
|    |   | 96           | 2            | 2            | 05             | 45           | 9            | 7            | 92             |              |          |                 |
| 13 | 1 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 14 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0000231<br>31 |
| 15 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 6,16E-<br>05   | 1,37E-<br>05 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 1,37256E-<br>05 |
| 16 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 17 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0038659<br>2  |
| 18 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,00198<br>2 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0019823<br>12 |
| 19 | 1 | 0,0063<br>88 | 0,00012<br>5 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 5,06E-<br>05 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0000231<br>31 |
| 20 | 0 | 0,0874       | 0,00012<br>5 | 0,00198<br>2 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 1            | 0,003865<br>92 | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 0               |
| 21 | 0 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 1,37E-<br>05 | 0,00028<br>3 | 1            | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 22 | 0 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 1            | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 23 | 0 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 1,37E-<br>05 | 0,55585<br>4 | 1            | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 24 | 0 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 1            | 1              | 1            | 0,003866 | 0               |
| 25 | 0 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 1            | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0               |

|    |   |              |              |              |                |              |              |   |                |              |          |                 |
|----|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|---|----------------|--------------|----------|-----------------|
| 26 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,00028<br>3 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 27 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,00854<br>001 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0               |
| 28 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,00028<br>3 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0               |
| 29 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 6,16E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,00028<br>3 | 1 | 1              | 1            | 0,003866 | 0               |
| 30 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,00198<br>2 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,00028<br>3 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 31 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,00028<br>3 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 32 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0               |
| 33 | 0 | 0,0063<br>88 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 1 | 0,003865<br>92 | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 0               |
| 34 | 1 | 0,0005<br>27 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 6,13E-<br>08 | 0,55585<br>4 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 6,13012E-<br>08 |
| 35 | 1 | 0,0005<br>27 | 0,00398<br>4 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0000231<br>31 |
| 36 | 1 | 0,0005<br>27 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 6,16E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 1 | 1              | 1            | 0,003866 | 6,15903E-<br>05 |
| 37 | 1 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,10878<br>3 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 1 | 0,003865<br>92 | 0,0038<br>66 | 1        | 0,0038659<br>2  |
| 38 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,00854<br>001 | 1,37E-<br>05 | 0,55585<br>4 | 1 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 1,37256E-<br>05 |
| 39 | 1 | 0,9575       | 0,99309      | 0,10878      | 2,31E-         | 0,0470       | 0,55585      | 1 | 0,003865       | 1            | 0,003866 | 0,0000231       |

|    |   |              |              |              |                |              |              |              |                |              |          |                 |
|----|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------|-----------------|
|    |   | 96           | 2            | 3            | 05             | 65           | 4            |              | 92             |              |          | 31              |
| 40 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 1            | 0,003865<br>92 | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 41 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 1            | 1              | 1            | 1        | 0,3385450<br>63 |
| 42 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 1            | 1              | 1            | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 43 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,0470<br>65 | 0,00028<br>3 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 0,003866 | 0,0002828<br>93 |
| 44 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 1,37E-<br>05 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 1,37256E-<br>05 |
| 45 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0038659<br>2  |
| 46 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 47 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 6,13E-<br>08 | 0,00028<br>3 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 6,13012E-<br>08 |
| 48 | 1 | 0,0063<br>88 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0038659<br>2  |
| 49 | 1 | 0,0063<br>88 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0,0000231<br>31 |
| 50 | 1 | 0,0063<br>88 | 0,99309<br>2 | 0,00198<br>2 | 0,48815<br>192 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0019823<br>12 |
| 51 | 0 | 0,0874       | 0,00012<br>5 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,00028<br>3 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 0               |
| 52 | 0 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 0,003866 | 0               |

|    |   |              |              |              |                |              |              |              |                |              |          |                 |
|----|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------|-----------------|
| 53 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 6,16E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 0,003866 | 0               |
| 54 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 1              | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 0               |
| 55 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 0               |
| 56 | 0 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,00854<br>001 | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 0               |
| 57 | 0 | 0,0063<br>88 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 1        | 0               |
| 58 | 1 | 0,0005<br>27 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 0,0000231<br>31 |
| 59 | 1 | 0,0874       | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 1            | 0,003866 | 0,0000231<br>31 |
| 60 | 1 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 2,31E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,00028<br>3 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 0,0000231<br>31 |
| 61 | 1 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,50014<br>5 | 6,16E-<br>05   | 1,37E-<br>05 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 0,003865<br>92 | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 1,37256E-<br>05 |
| 62 | 1 | 0,0874       | 0,00398<br>4 | 0,10878<br>3 | 2,31E-<br>05   | 1,37E-<br>05 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 1              | 0,0038<br>66 | 1        | 1,37256E-<br>05 |
| 63 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 6,16E-<br>05   | 0,3385<br>45 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 0,0038<br>66 | 1        | 6,15903E-<br>05 |
| 64 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,10878<br>3 | 0,48815<br>192 | 1,37E-<br>05 | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 1,37256E-<br>05 |
| 65 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2 | 0,50014<br>5 | 6,16E-<br>05   | 0,0470<br>65 | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7 | 1              | 1            | 1        | 6,15903E-<br>05 |
| 66 | 1 | 0,9575       | 0,99309      | 0,50014      | 0,00854        | 0,3385       | 0,00028      | 0,04393      | 0,003865       | 1            | 1        | 0,0002828       |

|    |   |              |                  |                  |                |                 |              |                   |    |              |          |                 |
|----|---|--------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------------|----|--------------|----------|-----------------|
|    |   | 96           | 2                | 5                | 001            | 45              | 3            | 7                 | 92 |              |          | 93              |
| 67 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,99309<br>2     | 0,00198<br>2     | 0,48815<br>192 | 0,0470<br>65    | 0,55585<br>4 | 0,04393<br>7      | 1  | 1            | 0,003866 | 0,0019823<br>12 |
| 68 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4     | 0,10878<br>3     | 0,00854<br>001 | 1,37E-<br>05    | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7      | 1  | 1            | 0,003866 | 1,37256E-<br>05 |
| 69 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>4     | 0,50014<br>5     | 0,00854<br>001 | 0,3385<br>45    | 0,21274<br>9 | 0,04393<br>7      | 1  | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 0,0038659<br>2  |
| 70 | 1 | 0,9575<br>96 | 0,00398<br>44099 | 0,05001<br>45408 | 6.0551E<br>-05 | 8.4068<br>1E-05 | 0,00028<br>3 | 0,04393<br>693362 | 1  | 0,0038<br>66 | 0,003866 | 1,37256E-<br>05 |

Keterangan :

A = Jenis Kelamin

B = Usia

C = Denyut Nadi

D = Tekana Darah Sistolik

E = Kolesterol

F = Gula Darah Sewaktu (GDS)

G = Trigliserida

H = Elektrokardiogram

I = Nyeri Dada

J = Sesak Nafas

K = Batuk

**Lampiran 8 Komposisi Aturan Pasien 1**

| Rule | Hasil Implikasi | Diagnosa   |             |            |
|------|-----------------|------------|-------------|------------|
|      |                 | PJK tipe 1 | PJK tipe 2  | PJK tipe 3 |
| 1    | 0               |            |             | 0,00386592 |
| 2    | 0               |            |             |            |
| 3    | 0               |            |             |            |
| 4    | 0               |            |             |            |
| 5    | 0               |            |             |            |
| 6    | 0               |            |             |            |
| 7    | 0               |            |             |            |
| 8    | 0               |            |             |            |
| 9    | 0               |            |             |            |
| 10   | 0               |            |             |            |
| 11   | 0               |            |             |            |
| 12   | 0               |            |             |            |
| 13   | 0,00386592      |            |             |            |
| 14   | 0,000023131     |            |             |            |
| 15   | 1.37E+00        |            |             |            |
| 16   | 0,00386592      |            |             |            |
| 17   | 0,00386592      |            |             |            |
| 18   | 0,001982312     |            |             |            |
| 19   | 0,000023131     |            |             |            |
| 20   | 0               |            | 0,338545063 |            |
| 21   | 0               |            |             |            |
| 22   | 0               |            |             |            |
| 23   | 0               |            |             |            |
| 24   | 0               |            |             |            |
| 25   | 0               |            |             |            |
| 26   | 0               |            |             |            |
| 27   | 0               |            |             |            |
| 28   | 0               |            |             |            |
| 29   | 0               |            |             |            |
| 30   | 0               |            |             |            |
| 31   | 0               |            |             |            |
| 32   | 0               |            |             |            |
| 33   | 0               |            |             |            |
| 34   | 6.13E-03        |            |             |            |
| 35   | 0,000023131     |            |             |            |
| 36   | 6.16E+00        |            |             |            |

|    |             |            |  |  |
|----|-------------|------------|--|--|
| 37 | 0,00386592  |            |  |  |
| 38 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 39 | 0,000023131 |            |  |  |
| 40 | 0,00386592  |            |  |  |
| 41 | 0,338545063 |            |  |  |
| 42 | 0,00386592  |            |  |  |
| 43 | 0,000282893 |            |  |  |
| 44 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 45 | 0,00386592  |            |  |  |
| 46 | 0,00386592  |            |  |  |
| 47 | 6.13E-03    |            |  |  |
| 48 | 0,00386592  |            |  |  |
| 49 | 0,000023131 |            |  |  |
| 50 | 0,001982312 |            |  |  |
| 51 | 0           | 0,00386592 |  |  |
| 52 | 0           |            |  |  |
| 53 | 0           |            |  |  |
| 54 | 0           |            |  |  |
| 55 | 0           |            |  |  |
| 56 | 0           |            |  |  |
| 57 | 0           |            |  |  |
| 58 | 0,000023131 |            |  |  |
| 59 | 0,000023131 |            |  |  |
| 60 | 0,000023131 |            |  |  |
| 61 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 62 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 63 | 6.16E+00    |            |  |  |
| 64 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 65 | 6.16E+00    |            |  |  |
| 66 | 0,000282893 |            |  |  |
| 67 | 0,001982312 |            |  |  |
| 68 | 1.37E+00    |            |  |  |
| 69 | 0,00386592  |            |  |  |
| 70 | 1.37E+00    |            |  |  |

**Lampiran 9 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* pada Data Training**

|    | y*     | Diagnosa Model | Diagnosa Asli |
|----|--------|----------------|---------------|
| 1  | 0,5022 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 2  | 0,1724 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 3  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 4  | 0,2372 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 5  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 6  | 0,7808 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 7  | 0,8064 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 8  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 9  | 0,7994 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 10 | 0,1900 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 11 | 0,5368 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 12 | 0,6014 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 13 | 0,5004 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 14 | 0,1900 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 15 | 0,5550 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 16 | 0,4822 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 17 | 0,4780 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 18 | 0,1803 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 19 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 20 | 0,1900 | PJK tipe 1     | PJK tipe 2    |
| 21 | 0,8424 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 22 | 0,1417 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 23 | 0,8001 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 24 | 0,8183 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 25 | 0,7994 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 26 | 0,8107 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 27 | 0,5193 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 28 | 0,5303 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 29 | 0,1397 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 30 | 0,8363 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 31 | 0,5028 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 32 | 0,5137 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 33 | 0,1582 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 34 | 0,5343 | PJK tipe 2     | PJK tipe 3    |
| 35 | 0,2196 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 36 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 37 | 0,8724 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |



|    |        |            |            |
|----|--------|------------|------------|
| 38 | 0,4924 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 39 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 40 | 0,5136 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 41 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 42 | 0,1876 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 43 | 0,1965 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 44 | 0,4411 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 45 | 0,1965 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 46 | 0,1603 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 47 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 48 | 0,7949 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 49 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 50 | 0,8528 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 51 | 0,1846 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 52 | 0,1424 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 53 | 0,1605 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 54 | 0,8227 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 55 | 0,4253 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 56 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 57 | 0,8499 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 58 | 0,1777 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 59 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 60 | 0,4483 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 61 | 0,1591 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 62 | 0,8326 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 63 | 0,8515 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 64 | 0,7739 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 65 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 66 | 0,1689 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 67 | 0,5137 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 68 | 0,5022 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 69 | 0,6037 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 70 | 0,8104 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |

**Lampiran 10 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data Training**

| No | y*     | Diagnosa Model | Diagnosa Asli |
|----|--------|----------------|---------------|
| 1  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 2  | 0,0900 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 3  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 4  | 0,1800 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 5  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 6  | 0,8150 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 7  | 0,8900 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 8  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 9  | 0,8450 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 10 | 0,1450 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 11 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 12 | 0,6150 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 13 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 14 | 0,1450 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 15 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 16 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 17 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 18 | 0,1450 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 19 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 20 | 0,1450 | PJK tipe 1     | PJK tipe 2    |
| 21 | 0,8950 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 22 | 0,0850 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 23 | 0,8450 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 24 | 0,8650 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 25 | 0,8450 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 26 | 0,8650 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 27 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 28 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 29 | 0,0850 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 30 | 0,8900 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 31 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 32 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 33 | 0,1100 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 34 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 3    |
| 35 | 0,1150 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 36 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 37 | 0,9500 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 38 | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |

|    |        |            |            |
|----|--------|------------|------------|
| 39 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 40 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 41 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 42 | 0,1450 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 43 | 0,1500 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 44 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 45 | 0,1500 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 46 | 0,1100 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 47 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 48 | 0,8350 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 49 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 50 | 0,9100 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 51 | 0,1400 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 52 | 0,0850 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 53 | 0,0850 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 54 | 0,8650 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 55 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 56 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 57 | 0,9050 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 58 | 0,1100 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 59 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 60 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 61 | 0,1100 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 62 | 0,8800 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 63 | 0,9100 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 64 | 0,8050 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |
| 65 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 66 | 0,1200 | PJK tipe 1 | PJK tipe 1 |
| 67 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 68 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 69 | 0,5000 | PJK tipe 2 | PJK tipe 2 |
| 70 | 0,8450 | PJK tipe 3 | PJK tipe 3 |

**Lampiran 11 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* pada Data Testing**

| No | y*     | Diagnosa Model | Diagnosa Asli |
|----|--------|----------------|---------------|
| 1  | 0,5236 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 2  | 0,1417 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 3  | 0,3966 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 4  | 0,3966 | PJK tipe 2     | PJK tipe 1    |
| 5  | 0,6364 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 6  | 0,1417 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 7  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 8  | 0,5000 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 9  | 0,7105 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 10 | 0,8125 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 11 | 0,1737 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 12 | 0,4850 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 13 | 0,7727 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 14 | 0,8064 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 15 | 0,7972 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 16 | 0,8001 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 17 | 0,4844 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 18 | 0,8191 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 19 | 0,7028 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 20 | 0,7210 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |

**Lampiran 12 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM pada Data Testing**

| No | y*    | Diagnosa Model | Diagnosa Asli |
|----|-------|----------------|---------------|
| 1  | 0,5   | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 2  | 0,085 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 3  | 0,385 | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 4  | 0,385 | PJK tipe 2     | PJK tipe 1    |
| 5  | 0,82  | PJK tipe 3     | PJK tipe 2    |
| 6  | 0,085 | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 7  | 0,5   | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 8  | 0,5   | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 9  | 0,8   | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 10 | 0,85  | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 11 | 0,09  | PJK tipe 1     | PJK tipe 1    |
| 12 | 0,5   | PJK tipe 2     | PJK tipe 2    |
| 13 | 0,805 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 14 | 0,89  | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 15 | 0,835 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 16 | 0,845 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 17 | 0,24  | PJK tipe 1     | PJK tipe 2    |
| 18 | 0,875 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 19 | 0,775 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |
| 20 | 0,885 | PJK tipe 3     | PJK tipe 3    |

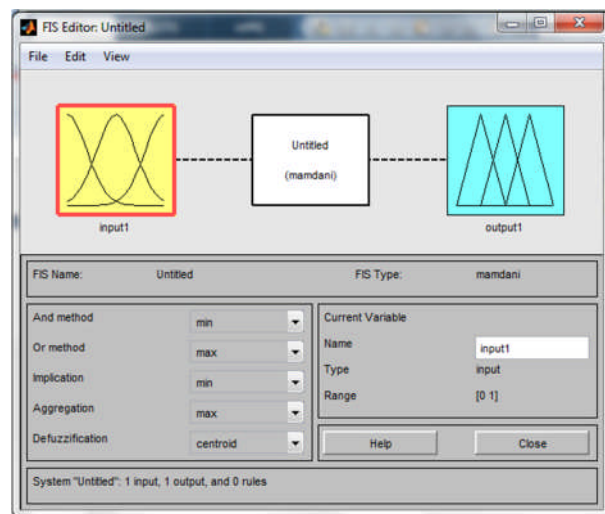
**Lampiran 13 Nilai Rujukan Gula Darah Sewaktu, Kolesterol, Trigliserida, Tekanan Darah, Denyut Nadi**

| No |                          | Rendah            | Normal               | Tinggi             | Sangat Tinggi |
|----|--------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------|
| 1  | Gula Darah               | <60 mg/dl         | <200 mg/dl           | >250 mg/dl         | >500 mg/dl    |
| 2  | Kolesterol               | <180 mg/dl        | <200 mg/dl           | 200-299            | ≥300 mg/dl    |
| 3  | Trigliserida             | <50 mg/dl         | <150 mg/dl           | <499 mg/dl         | ≥500 mg/dl    |
| 4  | Tekanan Darah (Sistolik) |                   | <120 mm              | 120-159 mm         | >160 mm       |
| 5  | Denyut Nadi              | <60<br>kali/menit | 60-100<br>kali/menit | >100<br>kali/menit |               |

## Lampiran 14. Langkah-langkah membuat model fuzzy menggunakan Matlab

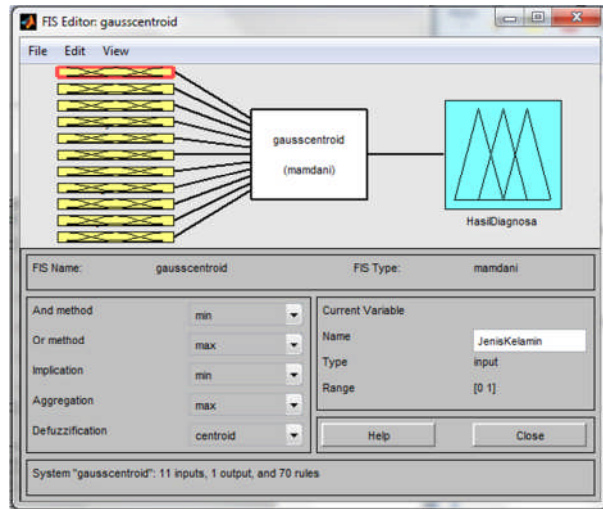
### a. Sistem Mamdani dengan Metode Defuzzifikasi *Centroid*

- 1) Membuka Matlab
- 2) Ketika “*fuzzy*” pada daerah Command Window, sehingga muncul tampilan FIS Editor seperti berikut:



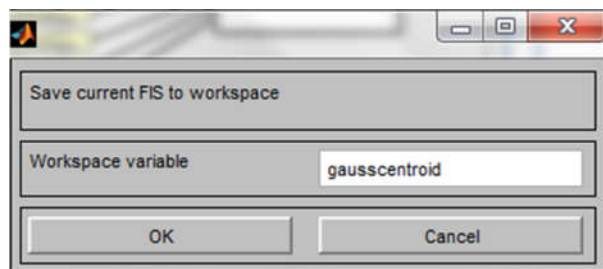
**Gambar 1 FIS Editor**

- 3) Pilih inferensi *fuzzy* “mamdani” dan defuzzifikasi “*centroid*”.
- 4) Dalam penelitian ini digunakan *input* sebanyak 11 dan 1 *output*.  
Untuk menambahkan *input*, maka pilih Edit→Add Variabel →*Input*. Ulangi langkah ini sehingga terbentuk 11 *input* dan 1 *output* seperti gambar berikut:



**Gambar 2 Diagram FIS Diagnosa PJK**

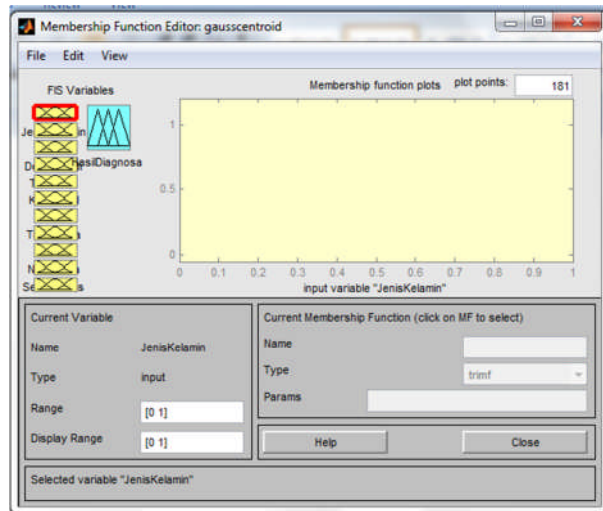
- 5) Simpan file terlebih dahulu dengan cara pilih file → Export → To Workspace → ketik nama sesuai keinginan → OK, seperti gambar berikut:



**Gambar 3 Penyimpanan FIS Editor**

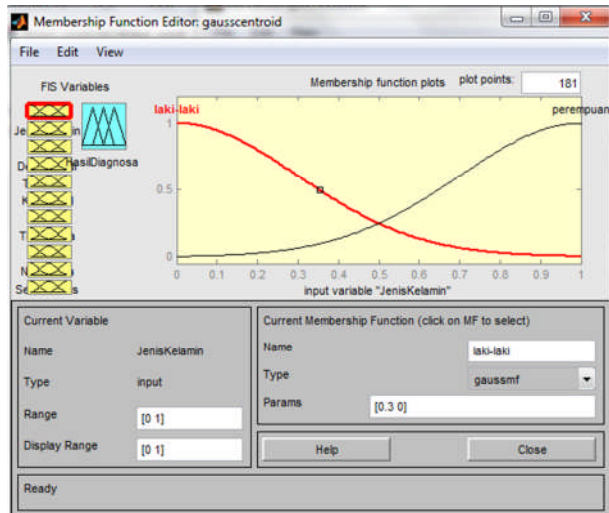
- 6) Selanjutnya, double klik pada salah satu *input*, sehingga muncul tampilan seperti berikut:





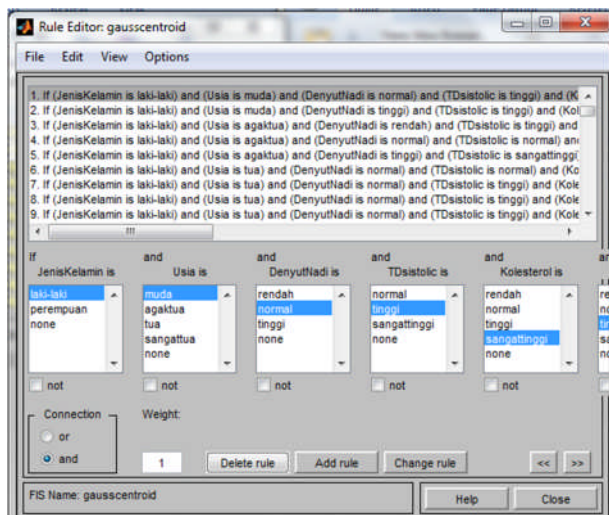
**Gambar 4 Membership Function Editor**

- 7) Membuat fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel *input* dan *output* sesuai hasil penelitian. Misal untuk variabel jenis kelamin, range yang digunakan yaitu [0,1], display range yaitu [0,1]. Pada kolom *Current Membership Function* untuk fungsi keanggotaan laki-laki, pilih *type* = *gaussmf*, *params* = [0.3,0]. Sedangkan untuk fungsi keanggotaan perempuan *type* = *gaussmf*, *params* = [0.3,1]. Lanjutkan langkah tersebut untuk variabel *input* dan *output* yang lain. Sehingga muncul tampilan sebagai berikut:



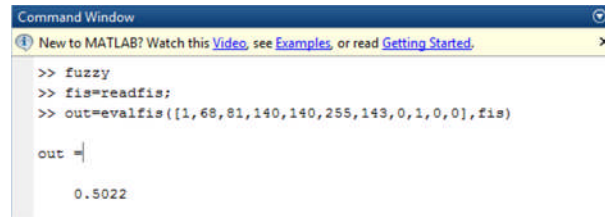
**Gambar 5 Membership Function Editor**

- 8) Membuat Rule Editor. Langkah yang perlu dilakukan yaitu dengan mengeklik tiap variabel yang disesuaikan dengan aturan yang telah ditentukan dan selanjutnya klik **Add rule**, lakukan hal tersebut sebanyak 80 aturan. Gambar ditunjukkan sebagai berikut :



**Gambar 6 Rule Editor**

- 9) Pengujian terhadap FIS. Pada kolom Command Window, ketik:

A screenshot of the MATLAB Command Window. The title bar says 'Command Window'. Below the title bar is a yellow banner with the text 'New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.' The command prompt shows the following code: 

```
>> fuzzy
>> fis=readfis;
>> out=evalfis([1,68,81,140,140,255,143,0,1,0,0],fis)
```

 The output is displayed as 

```
out =
0.5022
```

**Gambar 7 Pengujian terhadap FIS**

Hasil menunjukkan bahwa pasien 1 terdiagnosa PJK tipe 2

b. Sistem Mamdani dengan Metode Defuzzifikasi MOM

Langkah diagnosa PJK yang memakai sistem mamdani dan menggunakan defuzzifikasi MOM memiliki langkah yang sama, dengan metode *centroid*, yang membedakannya hanya terdapat pada langkah ke-3. Pada langkah ke-3 metode defuzzifikasi yang dipilih adalah metode *centroid*.